مسرد
المصطلحات
العلمية

nature
الطبعة العربية
الدورية الشهرية العالمية للعلوم



تتبُّع الحيوانات البرية

التَّتَبُّع بنظام تحديد المواقع
يكشف أسرار مهارة الفهود
في الصيد صفحة 63

علم الضوء
الضوء يدير مفتاح الترانزستور
الفوتونات تَظْهَر منافسًا للإلكترونات في دارات الحاسوب
صفحة 27

المَراصِد
حان الوقت لنهضة فلكية عربية
تحتاج الدول العربية إلى جيل جديد من المراصد؛ كي تتصدر المجال
صفحة 37

محاكاة البيولوجيا
روبوتات تطير مثل ذبابة
بفضل ثورة في تقنيات التصنيع المجهري، تطير الآن أول ذبابة روبوتيّة
صفحة 54

ARABICEDITION.NATURE.COM
أغسطس 2013 / السنة الأولى / العدد 11
ISSN 977-2314-55003

nature

أغسطس 2013 / السنة الأولى / العدد 11

Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

تُنشَر مجلة "نِيتْشَر" ـ وترقيمها الدولي هو (5587-2314) ـ مِن قِبَل مجموعة نِيتْشَر للنشر (NPG)، التي تعتبَر قِسمًا من ماكميلان للنشر المحدودة، التي تأسَّست وفقًا لقوانين إنجلترا، وويلز (تحت رقم 00785998). ومكتب ويلز المسَجَّل يقع في طريق برونيل، هاوندميلز، باسينجستوك، إتش إيه إن تي إس، آر جي 21 6 إكس إس. وهي مُسَجَّلَة كصحيفة في مكتب البريد البريطاني. أمّا بخصوص الطلبات والاشتراكات، فيُرجَى الاتصال بمكتب دبي. وفيما يتعلق بمَنْح التفويض لعمل نُسخ مصوَّرَة للاستخدام الداخلي أو الشخصي، أو الاستخدام الداخلي أو الشخصي لعملاء محَدَّدين، فهذا الأمر يتعلق بموافقة "نِيتْشَر" للمكتبات، والكيانات الأخرى المسَجَّلَة من خلال مركز إجازة حقوق الطبع والنشر، ومقرّه في 222 روز وود درايف، دانفيرز، ماساشوسيتس 01923، الولايات المتحدة الأمريكية. والرقم الكودي لـ"نِيتْشَر" هو: 03/0836-0028، باتفاقية النشر رقم: 40032744. وتُنشَر الطبعة العربية من مجلة "نِيتْشَر" شهريًّا. والعلامة التجارية المُسَجَّلَة هي (ماكميلان للنشر المحدودة)، 2013. وجميع الحقوق محفوظة.

رسالة رئيس التحرير

نحو نهضة علمية عربية

في هذا العدد تقرأون ربما للمرة الأولى ـ باستثناء إحدى مقالات «رؤية كونية»، و«اقتباس» في أحد الملفات الخاصة بالمرأة والعلوم ـ في طبعتنا العربية من دورية *Nature* تعليقًا مطولًا عن شأن من شئون العلوم في العالم العربي، وهو ذلك التعليق الذي كتبه نضال جسوم تحت عنوان «حان الوقت لنهضة فلكية عربية». ونضال جسوم ـ لمن لا يعرفه ـ هو عالم جزائري متخصِّص في فيزياء الفلك، ويعمل حاليًا أستاذًا للفيزياء بالجامعة الأمريكية بالشارقة.

في تعليقه المنشور ينعي الدكتور جسوم الحالة المتردية لعلم الفلك العربي الحالي، على الرغم من تمتُّع علم الفلك لدى المسلمين بعصر ذهبي في الفترة من القرن التاسع إلى القرن السادس عشر الميلادي، بينما «اليوم، يكاد لا يُرى عِلْمُ الفلك العربي على الخريطة العالمية. إنّ البحث العلمي في العالم العربي أصبح ضعيفًا، وعلم الفلك أضعف، بعكس دول أخرى لها ـ تقريبًا ـ الناتج المحلي الإجمالي نفسه للفرد، مثل تركيا، وإسرائيل، وجنوب أفريقيا». أما المظاهر التي استنتج منها جسوم رأيه هذا، فهي: (1) أن معظم البلاد العربية تنشر أقل من عشرة أبحاث في هذا المجال سنويًّا، (2) أن القليل من تلك الأبحاث هي التي يستشهد بها (3) امتلاك البلدان العربية لعدد قليل من التليسكوبات الكبيرة القابلة للعمل، أو المخطط بناؤها.

أما سر دهشته من هذا التردي، فهو: (1) أن التمويل ليس عائقًا، خاصةً في بعض بلدان هذه المنطقة (2) تمتع المنطقة بمناطق ممتازة للرصد، حيث الارتفاع أكثر من 2000 متر والسماء صافية (3) الإقبال الجماهيري القوي على هذا المجال، الذي يظهر من تعدُّد المنظمات المحلية للهواة، والتجمعات الكبيرة لمشاهدة الظواهر الفلكية.

أما الأسباب التي رصدها للتردي، فهي من وجهة نظره:

(1) نظرة الانتفاع المباشر من العلوم التي تسيطر على العرب المسلمين، حيث إن الأولوية تُعطى لمبدأ خدمة الشعوب، وهو ما دفع الدول العربية إلى بناء قواعد للعلوم التطبيقية خلال النصف الثاني من القرن العشرين، من بينها: الهندسة البتروكيميائية، والأدوية. كما كانت المنطقة في حاجة أيضًا إلى تنمية البِنْيَة التحتية سريعًا بعد رحيل قوى الاستعمار.

(2) قلة الاهتمام ببعض العلوم، كالفيزياء النظرية التي تُدرس على نطاق واسع، ولكن بتكلفة قليلة، وتحتل أولوية منخفضة.

(3) احتياج علم الفلك إلى مبانٍ ومعدات مرتفعة التكلفة، وفنِّيِّين على أعلى مستوى من الخبرة؛ للحصول على عائد ملموس.

(4) نقص الخبرة في إدارة المشروعات العلمية الكبرى، وهي عنصر ضروري لعمل المراصد والمراكز البحثية بفاعلية. والتليسكوبات الكبيرة القليلة التي بُنيت في المنطقة في الخمسين سنة الماضية أُديرت بشكل سيئ، وعادةً ما كانت غير قابلة للتشغيل؛ وأعطت نتائج قليلة سابقًا.

ولا يتركنا جسوم، دون أن يقدِّم رؤيته للعلاج، متمثلةً في:

(1) بناء جيل جديد من المراصد.. فعدة تليسكوبات متوسطة الحجم (بحيث يكون قُطْر المرآة مترًا أو مترين)، تكلفتها عشرات قليلة من مليونات الدولارات، سوف تُمكِّن الفلكيين العرب من اللحاق بالخطوط الأمامية في البحث عن النجوم فوق المستعرة، والشفق الناتج من انبثاق أشعة جاما، والنجوم المتغيرة، والكواكب خارج المجموعة الشمسية.

(2) قيام الجامعات بوضع برامج تبادل دوليّة في علم الفلك؛ لتدريب وتوحيد الجيل الجديد من الفلكيين العرب.

وهو يرى أن هذه التطورات من شأنها أن تضاعف الاهتمام الأكاديمي والجماهيري بالعلوم الأساسية في المنطقة.

وخيرًا فعل جسوم بتناوله لحال أحد فروع العلم بالتشريح والتحليل، وهو يعطي به مثالًا للحالة العامة للعلوم والتكنولوجيا في العالم العربي، حيث تختلف الدرجة من فرع إلى آخر حسب وظيفته الحياتية والاهتمام الاقتصادي به، لكن تبقى الحالة العامة غير مُرْضِيَة، وأظن أنها ستبقى هكذا، إلا إذا: توافر الاقتناع لدى الحكومات والشعوب العربية بأهمية العلوم والتكنولوجيا في حياتنا، وبأهمية أن نسابق فيها باقي أمم العالم، لا أنْ نفرح باستهلاك أحدث منتجاتها النهائية بما نمتلك من أموال وثروات حالية مهدَّدة بالزوال. وتحول الاقتناع لدى الحكومات والمجتمع العلمي إلى استراتيجيات وخطط بحثية علمية على المستوى القُطْري والإقليمي، تتناسب واحتياجات ومشكلات وتطلعات بلادنا؛ حتى لا تظل البحوث العلمية بلا هدف، اللهم إلا الترقيات والشهادات. وتحوَّل الاقتناع لدى الشعوب العربية إلى شغفٍ، تغذِّيه وسائل وأنشطة التنشئة والثقافة والإعلام العلمي؛ فتبتكر الشعوب لنفسها وبنفسها ما يناسبها من عمليات التوعية العلمية Science Outreach، وتنقل من غيرها ما يفيدها.

فإذا وُجِدَ كل هذا، وتحول الاقتناع إلى استراتيجيات؛ ستتوافر لها الموارد والميزانيات والبيئات المناسبة؛ لترجمتها إلى نهضة علمية عربية.

رئيس التحرير
مجدى سعيد

المحتويات

أغسطس 2013 / السنة الأولى / العدد 11

هــذا الشــهــر

افتتاحيات



رؤية كونية

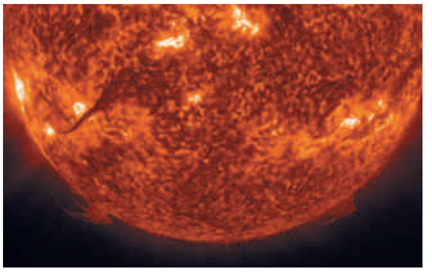
أضواء على البحوث

ثلاثون يومًا

مهن علمية

أحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية، تابع: www.naturejobs.com

أخبـــار فى دائرة الضــوء

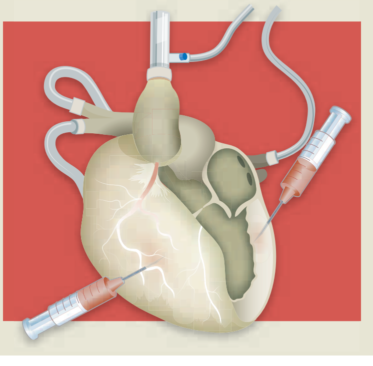


تحقيقات

هندسة الأنسجة

سباق القلوب

الباحثون يتسابقون لاستنبات القلوب في المعمل؛ لتلبية الطلب على عمليات نقل الأعضاء صفحة 31



تعليقات

كتب وفنون



علم الحشرات

النهج الخاص بالنحل

يستمتع مارك وينستون كثيرًا في أثناء رحلة استكشاف عميق لمستعمرات خلايا نحل العسل، وتنظيمها. صفحة 48

مراسلات

تأبين

مستقبليات

المحتويات

أغسطس 2013 / السنة الأولى / العدد 11

أبـحـــاث



WINFRIED WISNIEWSKI/CORBIS

البيولوجيا السلوكية

علم الآثار يلتقي بتكنولوجيا الرئيسيّات

دراسة سلوكيات القردة الكبوشية البريّة من منظور علم الآثار. صفحة 56



على الغلاف

براعة الفهد الصيّاد

قام فريق من كلية الطب البيطري الملكية بالمملكة المتحدة ـ بالتعاون مع وقفيّة (مؤسسة) الحفاظ على الحيوانات المفترسة في شمال بوتسوانا ـ باستخدام (ياقات) التتبع المصنَّعة خصيصًا، تضم نظام التموضع العالمي (GPS) لالتقاط ديناميات حركة فهود الشيتا في البرية.
صفحة 63

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

افتتاحيات

رصد المراقبين

تمثل الرقابة على البيانات الشخصية والجدل العام المحتدم بهذا الشأن حجر الأساس في قضية حفظ الخصوصية.

أصبحت أنباء الوصول إلى سجلات الهواتف ملء السمع والبصر في الوقت الراهن، وذلك بعد أن كشفت وسائل الإعلام النقاب عن عمليات التجسس الكبرى التي اضطلعت بها أجهزة الاستخبارات الأمريكية.. ومع أن جمع سجلات المكالمات الهاتفية لا يمثل حدثا في ذاته، فضلا عن شرعيته القانونية -حيث يقوم العلماء بهذا الإجراء منذ زمن بعيد لأغراض بحثية- فإن قيام الحكومة بالربط بين هذه المجموعات المعلوماتية الضخمة لفرض رقابة سرية وعمليات رصد من قبل الدولة يمثل حدثا غير مسبوق.

ويظل السماح للباحثين في مجال العلوم الاجتماعية بالحصول على السجلات الإلكترونية لملايين المكالمات، والتي تتضمن معلومات عن شخص المتصل والمتلقي ومكان وزمان إجراء المكالمة، دون الحصول على محتواها، رهنا بتقدمهم بأسباب مقنعة وحجج قوية، فضلا عن امتثالهم لدرجات متفاوتة من الرقابة والضمانات، مثل عدم ذكر أرقام الهواتف، وينطبق الشرط ذاته على الاستخدام البحثي للسجلات الصحية وغيرها مما يتعلق بالبيانات الشخصية الخاصة، والعلة من وراء ذلك هي حماية الخصوصية.

لعل هاجس الخصوصية هو السبب الرئيس وراء تلك الزوبعة حول طلب «وكالة الأمن القومي الأمريكية» NSA من شركات الهاتف الحصول بطريقة سرية الحصول على سجلات مكالمات هاتفية مشابهة لجميع المقيمين بالولايات المتحدة تقريبا، كذلك قامت الحكومة الأمريكية بحذف مليارات الرسائل الإلكترونية وغيرها من وسائل التواصل عبر الإنترنت للحيلولة دون مرورها خارج البلاد؛ وقد تم كل ذلك باسم تطبيق القانون والحرب على الإرهاب.

الأهم من ذلك كله، إذا ما نحينا جانبا النطاق الواسع والمهول لعمليات التنصت التي قامت بها الحكومة، هو أن مجرد وجود هذه البرامج كان يخضع لسرية تامة حتى الأسبوع الثاني من شهر يونيو الماضي، ومنذ الكشف عن تلك العمليات دأب الرئيس باراك أوباما على الدفاع عن هذه السرية بحجة أن معرفة الإرهابيين برصد الحكومة لمكالماتهم الهاتفية واتصالاتهم عبر الإنترنت كان سيدفعهم إلى الالتفاف حول هذه الرقابة والتخلص منها، إلا أن معظم الإرهابيين في الغالب يفترضون بالفعل وجود هذه الرقابة وذلك الرصد فيلجأون -على عكس المواطن العادي- إلى التشفير وغيره من الوسائل والتقنيات لتأمين اتصالاتهم والتشويش عليها.

إن الدوافع التي عبر عنها الرئيس للتخلي عن الشفافية وفرض الرقابة على جميع المواطنين من خلال هذه العملية واهية وغير مقبولة.. لقد طلب الرئيس أوباما من الأمريكيين أن يثقوا في الحكومة إلا أن التاريخ قد أثبت أن شعار «ثقوا بنا» ليس فعالا بالدرجة الكافية.

الحقيقة أن الكشف عن هذه العملية قد بدا وكأنه تبرير للعديد من التوصيات والنتائج التي توصل إليها أحد التقارير الصادرة عن «المجلس الوطني للبحوث بالولايات المتحدة» NRC عام 2008 بشأن «حماية الخصوصية الفردية في الصراع ضد الإرهابيين: إطار عمل لتقييم البرنامج» (go.nature.com/bsooux) ، حيث تعاطى التقرير مع قضايا الخصوصية التي أثارها برنامج "المعرفة الشاملة للمعلومات"، وهو جهد بحثي دشنته وكالة المشروعات البحثية المتطورة التابعة لوزارة الدفاع الأمريكية عام 2002 لتطوير وسائل جمع البيانات وغيرها من الوسائل التكنولوجية لربط وبحث قواعد البيانات المختلفة، مثل محاولة تحديد النماذج المشتبه بها للكشف عن الإرهابيين وتتبعهم.

وبعد جدل محموم، قام الكونجرس عام 2003 بالكشف عن مصادر تمويل هذا البرنامج، وبحسب ما أورده تقرير «المجلس الوطني للبحوث» فقد كان ذلك الكشف انتصارا منقوصا للحريات المدنية؛ وتحول موضوع ذلك البرنامج لإشراف الكونجرس والنقاش العام لتحديد الاستخدامات والضمانات المناسبة، ولكن استمر هذا النوع من العمل قيد وكالات تابعة للحكومة، مثل وكالة الأمن القومي، بدرجة أقل من الرقابة، وقد حذر التقرير من أن ذلك من شأنه أن «يؤدي إلى درجة أقل من الأمن ومن ثم حماية هشة للخصوصية».. وقد ثبتت صحة هذا التحذير بدرجة لا تقبل الشك.

إن قضية الخصوصية لا تقبل التهوين، ومع ذلك فقد حاول عدد من المدافعين عن التجسس على الأفراد -خلال الأسبوع الثاني من شهر يونيو الماضي- التقليل والتهوين من شأنها، وسعى هؤلاء، ومن بينهم ويليام هيج وزير خارجية المملكة المتحدة، للتذرع بحجج واهية على شاكلة أن الذين ليس لديهم ما يخفونه ليس لديهم ما يخافونه، والحقيقة أن هذه الادعاءات قد تم تفنيدها منذ زمن بعيد من قبل الأكاديميين والمتخصصين، ومن ثم، فإن الأمر لا يتجاوز أن يكون سوء فهم فج لجوهر الخصوصية.

> **«لقد طلب الرئيس أوباما من الأمريكيين أن يثقوا في الحكومة، إلا أن التاريخ قد أثبت أن شعار "ثقوا بنا" ليس فعالًا بالدرجة الكافية»**

إن الخصوصية حق أصيل من حقوق الإنسان، وشأن جوهري للأفراد أن يؤسسوا لاستقلاليتهم.. كذلك فهي تمثل أمرا أساسيا لحرية التعبير وحرية الانتماء، ومنع سوء استخدام المعلومات الشخصية، لا سيما أن هناك العديد من الأمثلة التي تدلل على سوء استخدام هذه المعلومات من قبل الوكالات الحكومية وجهات تطبيق القانون، ومن ذلك عمليات التهديد والاغتيال المعنوي الانتقائي وقمع المعارضة وعمليات الاعتقال غير الشرعية..

إن الخصوصية هي حجر الزاوية لمجتمع حر وخلاق، وحائط صد لا يلين ضد الهيمنة الاجتماعية غير المبررة.

لقد صار لزاما على المسئولين بالحكومة الأمريكية وغيرها البحث عن التقرير الصادر عن "المجلس الوطني للبحوث" بالولايات المتحدة وقراءته بتمعن، حيث يدعو هذا التقرير بجلاء لا غبش فيه إلى «الرقابة الصارمة والمستقلة» على وسائل جمع البيانات الحكومية والإشراف عليها من أجل «الكشف عمن يقومون بجمع المعلومات ومراقبة من يقومون بالرقابة».

وإذا كان التقرير قد أشار إلى أن بعض المعلومات من شأنها أن تقدم يد العون للجهود الأمنية، فإنه قد ألمح في الوقت ذاته إلى أن العديد من الخبراء الأمنيين يقعون تحت سيطرة هواجس متناقضة في الواقع؛ فهم من ناحية يتساءلون عن جدوى ومصداقية جمع المعلومات بغرض البحث عن الإرهابيين ومراقبتهم عبر مجموعات معلوماتية ضخمة، ثم يقومون من ناحية أخرى بإثارة المخاوف بشأن الاستهداف الخاطئ للأفراد والشركات الملتزمة بالقوانين.

إن هذه الرقابة ليست بحال قاصرة على الولايات المتحدة؛ فقد حذر أحد التقارير الصادرة عن مجلس حقوق الإنسان التابع للأمم المتحدة في شهر إبريل الماضي من سماح العديد من الدول، بما في ذلك الدول الديمقراطية، لأجهزتها الاستخباراتية وجهات إنفاذ القانون بالتوسع في عمليات الرقابة العشوائية والمشددة على وسائل الاتصال، الأمر الذي أدى إلى إضعاف وربما القضاء نهائيا على عدد من الضمانات مثل وجود مبررات للرقابة على بعض الحالات الفردية، وخضوع هذه الرقابة لإشراف جهة قضائية محايدة.

إن الخصوصية، وما تنضوي عليه من معان في عصر الرقمنة، تمثل أمرا قاطعا وباتا في حقبة المعلومات الكبرى، الأمر الذي يؤكد الحاجة الماسة إلى جدل أكثر نضجا وانفتاحا، وثقة متبادلة بين كافة الأطراف.. وهو الأمر الذي لم يبدأ بعد بالصورة المرجوة. ■

إدارة المخاطر

إن مشروعًا لجمع البيانات والأدوات لحساب مخاطر الزلازل لهو حدثٌ مهمٌّ، لكنْ سيظل مردّ الأمر إلى الأفراد في تحديد كيفية تفسير تلك المخاطر، والتعامل معها.

يزداد عدد أولئك الذين يعيشون في المناطق المعرضة للزلازل عامًا بعد عام؛ مما يجعل التخفيف من مخاطر الزلازل أمرًا أكثر أهمية من أي وقت مضى. لذلك.. دعونا نسمع هتافين لجمعية الأرض وعلماء الاجتماع والمهندسين التي من المقرر أن تطلق «النموذج العالمي للزلازل» GEM في العام المقبل.

هتّافون فقط؟ على الرغم من أن نطاق المشروع الممتد على مستوى العالم يوافق طموحه، فإن قدرته على إنقاذ حياة الناس ستعتمد على كيفية استخدام البيانات والأدوات محليًّا. وكما يتضح من إدانة ستة علماء للتقارير المغلوطة من خطر وقوع الزلزال الذي ضرب لاكويلا، إيطاليا في عام 2009، فإنه سيعتمد أيضًا على كيفية إبلاغ تلك المعلومات إلى صانعي القرار.

يلبي مشروع «النموذج العالمي للزلازل» حاجةً ملحةً: ففي جميع أنحاء العالم يجب أن يجمع معظم عمال السلامة ضد الزلازل المعلومات من مجموعة من المصادر للعمل على المواقع الأكثر خطورة، لكن في بلدان مثل إندونيسيا وبيرو، يُعَدّ الوصولُ إلى المعلومات عن حركات الزلازل محدودًا. ولذا.. فسوف يسهِّل هذا البرنامج الرقمي وقواعد البيانات ومجموعة من الأدوات البرمجية التي يوفرها عمل محللي المخاطر ومخططي الطوارئ تقييم المخاطر، لكن ليست هذه سوى البداية.

إنّ تقييم المخاطر حرفة متخصصة ومفتوحة لإساءة التفسير. ويؤكد نقاد «النموذج العالمي للزلازل» أنّ مخططات المشروع الرسمية والرسوم الأنيقة قد تولّد شعورًا زائفًا بالأمن في ظل قوة النتائج، لكن جرِّب أن تُغذي أجهزة الحاسب بمجموعة مختلفة من بيانات الزلازل التاريخية أو عدِّل في المعاملات؛ وسوف تتغير الخرائط. لقد نوقشت هذه الصعوبات بصورة محتدمة في المجتمعات المعرَّضة لمخاطر الزلزال. وقد تنشأ أفضل الطرق نتيجة لدراسات أكبر، جعلها «النموذج العالمي للزلازل» أمرًا ممكنًا. وسيكون نقل الشكوك ضروريًّا، لكن الخلاف لا يُقلِّل المخاطر.

> «ينبغي أن تنتهج الحكومات والجامعات في جميع أنحاء العالم مبدأ الشفافية، وتجمع وتنشر بياناتها الخاصة بالزلازل، وتلك التخطيطية والاجتماعية الاقتصادية معًا».

يمكن أن يساعد تبادُل المعارف وأفضل الممارسات على ترجيح كفة الميزان وإقناع الحكومات والمجتمعات المحلية لاتخاذ الإجراءات اللازمة لتحسين أعمدة بناياتهم، وليس النظر إلى الزلازل ببساطة باعتبارها «أعمالاً قدريّة» لا يمكن القيام بالكثير حيالها. وهو ما سيؤدي إلى تكوُّن شبكة في جميع أنحاء العالم مثل «النموذج العالمي للزلازل». قد تجلب أدواتها القياسية بعض التعقل إلى تحليل المخاطر للزلازل في بلدان مثل إيطاليا، حيث يتم ترويع الباحثين، وفي اليونان، حيث يتم تحويل الاستثمار بعيدًا، نتيجة لدراسات التنبؤ بالزلزال المشكوك فيها.

وحتى تكون البيانات مفيدةً، يجب أن تكون شاملة بقدر الإمكان. وينبغي أن تنتهج الحكومات والجامعات في جميع أنحاء العالم مبدأ الشفافية، وتجمع وتنشر بياناتها الخاصة بالزلازل، وتلك التخطيطية والاجتماعية الاقتصادية داخل «النموذج العالمي للزلازل».

ويجب أن تُترجَم النتائج إلى أفعال ذات أولويّة، فبالإضافة إلى تكدُّس إدارة جمعية «النموذج العالمي للزلازل» بعدد من المديرين مع نمو عضويتها، ينبغي أن يمتد تدريبها للعلماء والممارسين لنشر معرفة النموذج، وتصميم نماذج واقعية لمخاطر الزلازل، وهو الأمر الأكثر أهمية. وكما تُظهِر بالفعل ورشات العمل التدريبية الجارية في عدة مناطق، يكمن جزء رئيس من إرث «النموذج العالمي للزلازل» في جمع البيانات المحلية غير المنشورة سابقًا تحت مظلة واحدة. وستكون المنح الدراسية للطلبة والباحثين من حملة الدكتوراة للعمل بـ«النموذج العالمي للزلازل»، فضلاً عن توظيف وتعليم المزيد من المدربين خطوات جيدة.

وما إنْ يقع المحتوم، ويحدث زلزال كبير، فيجب أن يتعلم «النموذج العالمي للزلازل» منه، ويجب أن يكون جزءًا من إرث المشروع للمجتمع المُعَرَّض للمخاطر الزلزالية، وأولئك الذين يعملون على غيرها من المخاطر، لتقييم مدى وصول معلوماته إلى أولئك الموجودين على الأرض، وما إذا كانت تلك المعلومات تساعد في تقليل الوفيات، أم لا. وبالنظر إلى المبالغ الكبيرة من الأموال المستثمرة، يجب أن تكون هناك عملية تقييم دقيقة من قبل «نموذج الزلازل العالمي» وعلماء الاجتماع المستقلين بعد خمس سنوات، أو نحو ذلك.

وتأمل جمعية «النموذج العالمي للزلازل» في البقاء بعيدًا عن معمعة الإبلاغ عن المخاطر. فمن الممكن أن يحاول بعض الأشخاص أو الحكومات أن يُحمِّل النموذج مسؤولية توفير المعلومات التي يتبين أنها غير صحيحة، ولكن بدعم من منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية والبنك الدولي وعدة حكومات وطنية، بات «النموذج العالمي للزلازل» أكثر قدرة على مقاومة التقاضي من الباحثين من الأفراد أو لجنة في بلدٍ واحدٍ، مثل العلماء الذين أُدينوا في قضية زلزال لاكويلا. وكما هو الحال دائمًا، فإن الأفراد هم مَنْ سيتعيَّن عليهم اتخاذ القرارات الصعبة حول كيفية الإبلاغ والتصدي لمخاطر الزلزال. إن قيمة "النموذج العالمي للزلازل" تكمن في مساعدة الممارسين للتحدث باللغة نفسها. ■

العائلة أولًا

تمكِّن تقنياتُ تحديد التسلسل المتطورة بعض العلماء من التعامل مع الجينوم الشخصي لهم حرفيًّا.

عندما وُلِدَتْ بي راينهوف منذ حوالي عشر سنوات، لاحظ والدها هيو، والأطباء المشرفون على حالتها، في الحال بعض العلامات المثيرة للقلق، فقد كانت أصابع يديها وقدميها الطويلة ملتويةً للداخل، وكانت المسافة بين عينيها أكبر قليلًا من الوضع الطبيعي، فضلًا عما كانت تعانيه من ارتخاء في العضلات، على عكس أخويها اللذين كانا يتمتعان بالحيوية والنشاط عند ولادتهما، إلا أن فرحته بمجيئ ابنته للحياة جعلته يطرح هذه المخاوف جانبًا. ومع نموّ بي، الذي لم يواكبه نمو مناسب في العضلات، تزايَد قلق والدها من وجود متلازمة جينية قد تؤدي إلى مضاعفات خطيرة بالقلب.

وكأيّ أب تعاني طفلته من مرض غامض لم يتم تشخيصه، راح راينهوف يبحث عن حلول شافية وإجابات ناجعة، بل كان على استعداد تام لعمل أي شيء تقريبًا؛ للحصول على هذه الإجابات. كانت بي محظوظة، إذ تَلَقَّى والدها تدريبات في علم الوراثة الإكلينيكية في ثمانينات القرن الماضي على يد فيكتور مكوسيك ـ الذي ينظر إليه الكثيرون باعتباره الأب الروحي لهذا المجال ـ لينتقل بعدها إلى العمل في مجال التكنولوجيا الحيوية ورأس المال؛ ما جعل سجل العناوين الخاصة به تمتلئ بألمع الأسماء والأعلام في مجال الجينوم المتطور.

ظهر راينهوف وابنته على غلاف دَوْرِيّة «نيتشر» في عام 2007، حيث امتزجت آلامه الشخصية بقدراته المهنيّة بطريقة غير معهودة (انظر: *Nature* **449**, 773-776; 2007). كان راينهوف قد اشترى أدوات مختبر مستعمَلَة؛ ليؤسِّس مختبرًا خاصًّا ببدروم منزله، وقام بإعداد العديد من الجينات الخاصة بابنته؛ لتحديد بداية تسلسلها، إلا أن هذه المحاولة لم تنجح في تقديم إجابات ناجعة على تساؤلاته؛ ما دفعه إلى التواصل مع زملائه بشركة «إلومينا» ـ وهي شركة لتحديد التسلسل الجينومي بسان دييجو، كاليفورنيا ـ الذين ارتقوا بالبحث إلى مستوى أعلى بتحديد بداية تسلسل الحمض النووي، والحمض النووي الريبوزي منه هو وابنته والأخوة والأم.

ويبدو أن هذه المحاولة قد أثمرت؛ فعاد راينهوف من جديد على صفحات دَوْرِيّة «نيتشر» في العشرين من شهر يوليو الماضي، حيث أعرب هو والمتطوعون الذين شاركوه العمل عن ثقتهم في اكتشاف التغير الجيني المسؤول عن حالة بي، التي لا تزال تعاني من النحافة الشديدة، لكنها ـ في الوقت نفسه ـ تتمتع بصحة جيدة.

ربما تكون رحلة راينهوف الشخصية في مجال الجينوم قد أثارت قَدْرًا من عدم الارتياح لدى البعض، لاسيما في بدايتها؛ ففي ذلك الوقت لم يكن الاعتماد على مجال دراسات الجينوم قد حقق أي نجاحات في تحديد الأسباب الجينية للأمراض الجديدة لمريض واحد. كانت هناك حاجة دائمة إلى أسرة أو أكثر ممن لديهم عدد من الأفراد المتأثرين بالمرض، ولكن الأمر الأكثر إزعاجًا ربما كان ذلك التقارب بين راينهوف، والحالة التي يقوم بدراستها. وبرغم أن العاطفة تجاه العمل هي صفة للعلم الجيد، إلا أن الناس عادةً ما يضعون حدودًا فاصلة عندما تكون الحالة موضوع الدراسة واحدًا من أفراد الأسرة.

والحقيقة أن تحديد التسلسل الجينومي ـ الكلي والجزئي على السواء ـ تم استخدامه مرات عديدة، حتى يومنا هذا، لاكتشاف الجين أو الجينات المسؤولة عن الأمراض الجديدة. وقد تضمنت قصص ناجحة عديدة في هذا المجال أفرادًا من أسرة القائمين على البحث.

من ذلك.. ما حدث عندما كان زملاء عالِم الجينات لين جورد ـ بجامعة يوتا بمدينة سولت ليك ـ يبحثون مرضًا نادرًا؛ ليختبروا تحديد بداية التسلسل الجينومي الكلي، حيث اقترح جورد سؤال ابنيْ زوجته، هيثر ولوجان مادسن، اللذين كانا في سن المراهقة آنذاك. كانت حالة الولدين قد تم تشخيصها باعتبارها متلازمة ميلر، التي تؤثر على نمو الوجه والأطراف، بالإضافة إلى خصائص أخرى. وفي عام 2009 أصبح هيثر ولوجان ووالديهما أول أسرة في العالم يتم تحديد بداية تسلسلها الجينومي بالكامل. ونجح الباحثون ـ نتيجةً لذلك ـ في تحديد التغير الجيني المسؤول عن هذا الاضطراب (*Nature* **478**, 22-24;2011).

كذلك كان جيمس لوبسكي ـ عالِم الجينات بكلية بايلور للطب بهيوستن، تكساس ـ يعاني حالة نادرة من اضطراب الأعصاب، وهي مرض (شاركوت-ماري- توث). قام لوبسكي، مع

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

عدد من المشاركين، بتحديد تسلسل الجينوم الكلي له، ومقارنته بالجينوم الكلي لأخيه، فضلًا عن التسلسلات الجزيئية لعدد من أفراد الأسرة؛ لتحديد التغيرات الجينية المرتبطة بالمرض (انظر: Nature http://doi.org/CWc5wv;2010).

هناك مثال آخر.. عندما نجحت ريتا بيري وزوجها جو ـ رئيس قسم تقنية المعلومات بشركة "لايف تيكنولوجيز" بمدينة كارلسباد، كاليفورنيا ـ في إقناع فريق بكلية بايلور للطب بتحديد تسلسل توأمهما (أليكسس، ونوح)؛ لتحسين التشخيص الذي قُدِّمَ للمرض، باعتباره حالة «ديستونيا»، وهي خلل التوتر العضلي الذي يؤثر على الحركة. وقد اكتشف الأطباء أن الأخوين التوأم ـ اللذين كانا في سن المراهقة آنذاك ـ يعانيان من تغيُّر جيني غير مألوف؛ أدَّى إلى مزيد من التعقيد في الحالة، لكنه ـ في الوقت ذاته ـ أفصح عن خيارات علاجية أفضل (انظر: Nature http://doi.org/cj66mr;2011).

«إن ما فعله "هيو راينهوف" ليس في متناول أغلب الآباء الآن».

من ثم، فإن انطلاق راينهوف في هذه الرحلة البحثية اليوم ربما كان أسهل من السابق؛ فهناك مستشفيات أطفال كثيرة مستعدة لعمل تحديد التسلسل الجينومي الكلي، أو الجزئي، لأُسَر كأسرة راينهوف، إلا أنّ ثمة شكوك تراود راينهوف بأنّ ذلك لا يفي بالغرض. لقد عمل راينهوف لسنوات طوال؛ لتحديد الجين المسؤول عن حالة طفلته، وقد استفاد كثيرًا في عمله من علاقاته الوثيقة بالمجتمع العلمي والدعاية المصاحبة. إن هيو ـ تمامًا كابنته ـ يمثل حالة استثنائية، وما قام بإنجازه ليس بحالٍ في متناول غالبية الآباء والأمهات حتى الآن، وهو الأمر الذي لن يستمر طويلًا. ■

كيف تنام؟

تتسبب أنماط النوم الحديثة في اعتلال الصحة، ومن ثم فقد حان الوقت لمناقشة عدد ساعات الراحة التي نحتاج إليها في الواقع.

النوم، كما ألمح شكسبير في مسرحية "ماكبث"، هو العنصر المغذِّي الرئيس على مأدبة الحياة، إلا أن البعض يجوع أكثر من غيره، وتتزايد هذه المراتب والفروق، حيث يُعتقد أن ثمة قرابة 70 مليون في الولايات المتحدة وحدها يعانون من الأرق، أو غيره من أمراض النوم.

النوم شأنٌ عام، إلا أن ثمة دلائل وجيهة على أننا نؤديه على نحو خاطئ؛ فحاجتنا إلى ثماني ساعات نوم كل ليلة مجرد أكذوبة، مثلما أن حاجتنا إلى النوم نوبة واحدة متصلة مقولة غير مرجَّحة. فقبل اختراع الإضاءة الصناعية كان الناس يذهبون إلى مضاجعهم مبكرًا، بل كان من الشائع في وقت من الأوقات أن يحصل الإنسان على نوبتين من النوم في الليلة الواحدة، تفصلهما فترة مثمرة من الاستيقاظ.

والحقيقة أن العلماء لا يستطيعون حسم عدد ساعات النوم التي نحتاج إليها، والوقت الأمثل لهذه الساعات. ويشير تل روينبرج ـ المتخصص في علم بيولوجيا الايقاع الزمني ـ إلى أن جزءًا من السبب في ذلك هو أن أغلب الدراسات عن النوم يتم القيام بها في المختبرات. ويقترح روينبرج حلًّا جذريًّا: مشروعًا للنوم البشري العالمي بتكلفة 30 مليون دولار أمريكي، يبدأ بسجلات تدوينيّة على الإنترنت لعادات النوم لملايين من المتطوعين، وينتهي بتحليل الحمض النووي؛ لمعرفة مصدر عادات النوم.

ويؤكد روينبرج على أنّ "الذهاب إلى النوم، والاستيقاظ في أوقات غير طبيعية قد يكون هو السلوك الأكثر شيوعًا ومخاطرةً في المجتمعات الحديثة". ويضيف روينبرج أن العديد من العُمّال في الوقت الراهن يعانون شكلًا من أشكال الشعور بالإرهاق بعد الانتهاء من الإجازات، نتيجة تغيير عادات النوم، ويجدون أنفسهم مضطرين للخلط بين عادات النوم في أيام العمل والإجازات في المناطق ذات التوقيتات المتضاربة، الأمر الذي يؤدي إلى اعتلال الصحة على المستويين: البدني، والعقلي. ويكمن الحل في التغيير الجذري، وهو إعادة هيكلة مواعيد العمل والدراسة؛ لتكون أكثر تناغمًا مع الساعة البيولوجية لغالبية السكان، وذلك بمجرد معرفتنا لها.

إن العالم الحديث يفتِّت الوقت؛ فنحن نعمل بالاستدعاء، ونشاهد الأخبار التي تستمر على مدار الأربع وعشرين ساعة. التلفاز دائمًا تحت الطلب، وطعام الإفطار متاح عادةً على مدار اليوم. ننام حالما نستطيع، إذا استطعنا، فتَحَوَّلَ النوم بذلك إلى مطلبٍ آخر، علينا القيام به، بل ونريد أن نخصص له نافذة معينة في برنامجنا اليومي. وعادةٌ ما يصعب على العلماء كسرها، بقدر ما يصعب على أيّ فرد آخر، إذا أخذنا في الاعتبار ما يحتاجون إليه من ساعات سفر طويلة في أسفارهم المتكررة.

ينام الناس في عديد من الدول ساعتين أقل من أسلافهم منذ قرن أو نحوه من الزمان؛ الأمر الذي لا بد أن تكون له عواقبه. إن نقص ساعات النوم قد لا يجعل عُمْر حياتنا النهمة أطول، لكنه يجعلنا نشعر بذلك. ■

موافقة ضمنيّة

ينبغي بذل المزيد من الجهد؛ لتعزيز التبرع بالأنسجة لعمليات الزرع والأبحاث ذات الصلة.

على الرغم من التقدم العلمي الذي أُحرز لعقود في مجال زراعة الأعضاء، ما زال هناك قصور يعرقل المسيرة، ممثَّلًا في الأنسجة الملائمة، المستخلَصة من متبرعين متطوعين. فقد أثبتت استطلاعات الرأي التي أجريت في ويلز ـ على سبيل المثال ـ أنه على الرغم من زعم قُرابة ثلثي الأشخاص الذين شاركوا في الاستفتاء استعدادهم لإعادة استخدام أنسجة قلوبهم وأكبادهم ورئاتهم وغيرها من الأنسجة بعد موتهم، إلا أن نصفهم فقط هو مَنْ وافق على تسجيل الموافقة بسجل التبرع بالأعضاء. ويترتب على النقص الناجم عن ذلك ـ على حد قول وزير الصحة بويلز مارك دريكفورد ـ أن شخصًا واحدًا تقريبًا يموت أسبوعيًّا وهو في انتظار متبرع.

وبينما كانت دَوْرِيّة «نيتشر» ـ الطبعة الدولية ـ قيد الطباعة، كانت الجمعية الوطنية لويلز بصدد التصويت على تعديل مقترح للقوانين. يقضي هذا التعديل بأنْ تعكس ويلز آلية التبرع، بحيث تدرس احتمالات زراعة أعضاء الشخص الراشد عند الوفاة تلقائيًّا، ما لم يعلِن قبل وفاته صراحةً أن ذلك ضد رغبته الشخصية. وسيضم سجل جديد أسماء الذين لا يرغبون في تصنيفهم كمتبرعين.

وفي حالة تمرير القانون الجديد، سيتم تفعيل منظومة «الموافقة الضمنية» في عام 2015. وبالرغم من أن عائلة المتوفى ـ الذي مات دون تسجيل عدم رغبته في التبرع بأعضائه ـ ليس لها حق قانوني في الحيلولة دون استخدام أعضائه لأغراض التبرع، لكنْ عمليًّا.. يزعم المسؤولون أنهم سيمنحون فرصة لعائلة المتوفى، لإثبات أنه لم تكن لديه نية التبرع. وتشبه هذه المنظومة «المعتدلة» تلك الجاري تنفيذها بالفعل في إسبانيا. وتتبع النمسا مسارًا أكثر حزمًا، حيث يتم استخدام أعضاء أي متوفى، ما لم يكن قد سجَّل ممانعته في التبرع بها، بلا قيد أو شرط.

يأتي التصويت في وقت يزداد فيه تمحيص طريقة استخدام الأنسجة المستخلصة من خلال إجراءات المستشفى في الأبحاث الطبية والعلمية. وقد أوردت دَوْرِيّة «نيتشر» في الأسبوع الأخير من شهر يونيو الماضي القصة الغامضة بشكل كبير للسلالة الخلوية WI-38 التي استخلصت من جنين أجهضته امرأة في السويد (انظر Nature **498**, 442-426; 2013). وما زال كتاب ريبيكا سكلووت، المعنون بـ«الحياة الخالدة لهنريتا لاكس» (كراون 2010)، الذي يقص تاريخ السلالة الخلوية HeLa والقضايا الأخلاقية التي يثيرها يلقى رواجًا واسعًا. لقد صارت الموافقة في المجالين الطبي والعلمي مسألة أساسية.

يأتي هذا التصويت أيضًا في وقت ما زال فيه نقص شديد في بعض الأنسجة المنشودة لأغراض الأبحاث؛ مثال على ذلك.. أنسجة أمخاخ الأطفال الضرورية لأبحاث التوحد والفصام. كما أن أنصار قضية التبرع ومجموعات المرضى بصدد البحث عن سبل لمواجهة العقبة الأكبر على الإطلاق، المتمثلة في النقاش المشحون عاطفيًّا مع الآباء الذين فقدوا أطفالهم، لإقناعهم بالتبرع (انظر Nature **478**, 427; 2011). وبالحديث مع آباء الأطفال الذين يعانون من مرض التوحد ـ على سبيل المثال ـ عن فوائد التبرع، من الممكن زيادة فرص الحصول على الموافقة بالتبرع حال حدوث أسوأ السيناريوهات.

تبدو الموافقة الضمنيّة ـ في ظل العبء الواقع على الناس والعائلات الموافقين ضمنًا على التبرع ـ خطوة بعيدة المنال حاليًا للمواد المطلوبة للأبحاث العلمية، لكن هل القضايا ذات الصلة مختلفة إلى هذا الحد عن تلك التي تكتنف زراعة الأعضاء؟ كل منها تَعِدُ بصحة أفضل وحياة جديدة من بعد انقطاع الأمل.

هناك حافز مهم جدًّا، متى تعلَّق الأمر بالتبرع بالأعضاء؛ ألا وهو أنه لا بديل آخر تقريبًا.. فإذا لم يعثر أي شخص يعاني من قصور في أحد أعضائه اليوم على متبرع متطوع، فربما لا يكون له أمل في النجاة. وقد لا يستمر الحال هكذا. واستنادًا إلى معرفة أنه حاليًا يستخدم الباحثون تقنيات هندسة الأنسجة؛ لإنتاج قلوب صناعية في المعمل. ويصف خطاب نُشر على شبكة الإنترنت في الأسبوع الأول من شهر يوليو الماضي استخدام الخلايا الجذعية المُحَفَّزة متعددة الإمكانات؛ بغيةَ إنماء أنسجة كبد بشري في الفئران (T. Takebe *et al*. Nature http://dx.doi.org/10.1038/nature12271; 2013). وفي شهر يونيو الماضي، أعلنت اليابان عن خطط للتخلي عن حظر التجارب التي تخلط فيها أنسجة البشر بأنسجة الحيوان، التي يمكن أن تُستخدم لإنماء أعضاء بشرية يمكن زرعها في الخنازير.

في الوقت الحالي لا يجد الذين ينتظرون وفاة شخص آخر عزاءً في مثل هذه الأبحاث.

إن التغيير المزمع في ويلز يتحرك ـ إلى حد ما ـ في اتجاه إتاحة أجسام الموتى على نطاق أوسع. ويثبت أيضًا هذا التغير أنه بإتاحة الفرصة يمكننا الوصول إلى (عطف الغرباء)، والحصول على موافقتهم الضمنية. ■

NATURE.COM
للتعليق على المقالات، أضغط على المقالات الافتتاحية بعد الدخول على الرابط التالي:
go.nature.com/xhunqv



يجب أن تعيد أوروبا تقييم موقفها حيال المحاصيل المعدلة وراثيًّا

يرجح «**برايان هيب**» أن تقنيات التعديل الوراثي للمحاصيل من الجيل الثاني تتجنب بعض المشكلات التي أثارت الجدل مسبقًا.

تتراجع مكانة دول الاتحاد الأوروبي في السباق العالمي لزراعة المزيد من النباتات في تربة تتزايد ندرتها. ولهذا الأمر آثار جدية وعاجلة على القاعدة العلمية للاتحاد الأوروبي والبيئة، بالإضافة إلى الأمن الغذائي الوطني والتوظيف والنمو الاقتصادي. كما أن هذا الأمر هو المسؤول عن الطريقة البطيئة والباهظة التي تنظم بها القارة الأوروبية الكائنات المعدلة وراثيًّا.

لقد قيدت السلوكيات والإجراءات القديمة للاتحاد الأوروبي استخدام المحاصيل المعدلة وراثيًّا؛ وذلك داخل الدول الأوربية والدول النامية. أما الآن، فيجب أن تؤسس المنطقة قواعدها في هذا المجال، استنادًا إلى العلم السليم كما وعدت بذلك. وسيتمثل أحد الاختبارات المبكرة لهذا الالتزام في طريقة تعامل الاتحاد الأوروبي مع الجيل القادم من تقنيات التحسين الوراثي للمحاصيل. وستمكّن هذه التقنيات العلماء من إعداد تنويعات نباتية تشتمل على السمات المرغوبة بشكل أكثر دقة وسرعة وكفاءة من التكاثر التقليدي.

ومن السمات الرئيسة في عديد من هذه التقنيات ـ التي يحث بعضها تعديلات جينية غير وراثية المنشأ (أي التعديلات التي لا تتسبب في تغيرات في تسلسل الحمض النووي نفسه) ـ أنها تجعل المحاصيل الناتجة خالية من الجينات الغريبة عن الفصيلة. وبالفعل، غالبًا ما يتعذر تمييز التغييرات الناتجة عن التعديل الوراثي الحديث عن تلك الناتجة عن التكاثر التقليدي، أو التنوع الجيني الطبيعي. ويؤدي ذلك إلى نشأة مشكلات تواجه المنظمين، ولكن ـ ببساطة ـ هل تُعَدّ هذه النباتات محاصيل معدلة وراثيًّا؟

الاختلاف هنا يتعدى الدلالة اللغوية، حيث يتسبب تصنيف التعديل الوراثي في عقبات تنظيمية وتكاليف مرتبطة، قد تتسبب في تعذر حصول الشركات الصغرى وباحثي القطاع العام على الاستخدام التجاري لهذه التقنيات. وتشتمل التقنيات على إمكانات تحسين مقاومة المحاصيل للأمراض وزيادة المحصول والمحتوى الغذائي، ولكن قد يقيد تصنيف «معدلة وراثيًّا» تطبيقها على محاصيل أعلى قيمة؛ كما حدث مع الموجة الأولى من المحاصيل المعدلة وراثيًّا. هذا.. وفي حالة تقييد تكاليف التنظيمات لوعود الابتكار الزراعي مرة أخرى، سيقع ضرر بالغ على القليل من الشركات الكبرى.

ووفقًا لتقرير تم نشره هذا الأسبوع بواسطة «المجلس العلمي الاستشاري للأكاديميات الأوروبية» EASAC في هال بألمانيا ـ الذي أترأّسه ـ توصلت مجموعات من الخبراء إلى أن عديدًا من تقنيات الزراعة الجديدة هذه لا تمثل "تعديلاً وراثيًّا" بالطريقة المعتادة لاستخدام هذا المصطلح. وبهذه الطريقة، يجب ألا يتم تصنيف النباتات التي تنتجها على أنها كائنات معدلة وراثيًّا. هذا.. ويُعدّ العمل في هذه التقنيات متقدمًا إلى حد كبير، وفي الولايات المتحدة وأوروبا بشكل خاص. ولم يقرر الاتحاد الأوروبي بعد كيفية تصنيف النباتات الناتجة عنها؛ ومن ثم تنظيمها، ويُعدّ ذلك إعاقة للتقدم هناك.

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/xpe5bt

يواجه العالم مشكلات كبيرة في الأمن الغذائي، بالإضافة إلى ضغوط من النمو السكاني، وتغير المناخ، وعدم الاستقرار الاقتصادي والاجتماعي. ويمكن للعلوم الحيوية أن تلعب دورًا كبيرًا في التكثيف المستدام للزراعة وتحسين كفاءة الإنتاج، وتجنب المزيد من خسارة التنوع الحيوي. وكما لوحظ في عدد «نيتشر» الخاص الأخير عن التعديل الوراثي (nature.com/gmcorps)، أن العالم يتغير، وتشترك دول نامية عديدة بنشاط الآن في الأبحاث المتعلقة بالتقنيات المتقدمة؛ سعيًا لتحقيق أولوياتها الخاصة.

يحتاج الباحثون وزارعو النباتات في أوروبا إلى معرفة الحالة القانونية لتقنيات الزراعة الجديدة هذه. ولقد أفادت تقييمات أمان حديثة ـ بواسطة مجموعات استشارية خبيرة في «سلطات الأمن الغذائي الأوروبي» في بارما بإيطاليا ـ بأن المخاطر مشابهة بالنسبة إلى النباتات المزروعة بشكل تقليدي، وإلى تلك الناتجة عن التحور الوراثي الداخلي (الذي لا يقدم سوى جينات من الفصيلة نفسها، أو من فصيلة قريبة مهجنة بشكل طبيعي)، وأنه من المحتمل أيضًا أن يؤدي تهجين الطفرة المستهدف (الذي لا يغير سوى نيوكليوتيدات معينة في جين معين) إلى تقليل التأثيرات غير المقصودة المرتبطة باضطراب الجينات أو العناصر التنظيمية في الجينوم المعدل.

> يجب أن يتمثل الهدف في **تنظيم المنتج،** وليس التقنية **التي تنتجه.**

قد يؤدي تأكيد الاتحاد الأوروبي على أن التقنيات المستهدفة ـ التي لا تخلف حمضًا نوويًّا غريبًا ـ لا تقع ضمن تشريعات التعديل الوراثي إلى دعم الابتكار الزراعي في أوروبا. ودون هذا الدعم، سينشأ خطر انتقال العلماء والشركات في هذا المجال إلى مجال آخر، مما يزيد من التأثير السلبي على القاعدة العلمية، وعلى تنافسية أوروبا.

وتذهب التأثيرات إلى ما هو أبعد من ذلك.. حيث قد يؤدي موقف تنظيمي للاتحاد الأوروبي ـ لا يقوم على علم صحيح ـ إلى التسبب في تأثيرات مضرة حاسمة بالنسبة إلى الدول النامية التي قد تعتمد على الاتحاد الأوروبي بخصوص أسواق التصدير، أو تعتبره قائدًا في إدارة ابتكارات العلم الحيوي. كما يوجد مطلب أكثر إلحاحًا لسياسة عالمية متسقة ومتناغمة وقائمة على الأدلة لتمكين تطوير متزامن للتقنية والتجارة بها.

وفي الوقت نفسه للتعامل مع الإدارة المتناسبة لهذه التقنيات الجديدة، يجب أن يعيد الاتحاد الأوروبي موازنة نهجه الأوسع للتعامل مع تنظيم المحاصيل المعدلة وراثيًّا. ويجب أن يجعله شفافًا، وقابلاً للتوقع، ومناسبًا للغرض منه؛ وذلك من خلال أخذ الدليل الشامل لاستخدام هذه المحاصيل حول العالم في الاعتبار.

وبالاشتراك مع قطاعات ابتكارية أخرى، يجب أن يتمثل الهدف في تنظيم المنتج، وليس التقنية التي تنتجه. ومن خلال تحسين استخدام جميع تقنيات تحسين المحاصيل، ومن ثم تقليل الاعتماد على استيراد الطعام وتغذية الحيوانات، يمكن للاتحاد الأوروبي المساعدة في تحسين استخدام التربة في مكان آخر، وإتاحة قيام المزيد من الزراعة في الدول النامية، استنادًا إلى احتياجاتها المحلية. ■

برايان هيب رئيس المجلس العلمي الاستشاري للأكاديميات الأوروبية «EASAC».
البريد الإلكتروني: brian.heap@easac.eu

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نظرة شخصية على الأحداث



JIM BLOCK PHOTOGRAPHY

استعد للتسريب المعلوماتي الكبير عن الجينوم

يقول **ستيفن إ. برينر**: «إنّ الأمر ليس سوى مسألة وقت، حتى تتسبب المثالية في إصدار البيانات الجينية السِّرِّيَّة عن المشاركين في الدراسات».

قد يكتشف معظم الأفراد في الولايات المتحدة قريبًا أنهم يعرفون شخصًا تم الاحتفاظ بالجينوم الخاص به في قاعدة بيانات بحثية، إذ تتنامى المخاوف حيال قدرتنا على التحكم بشكل مناسب في الوصول إلى هذه المعلومات. كما تنامَى لدى بعض العلماء شعور بأنّ تقييد الوصول إلى بيانات الجينوم يؤدي إلى تقييد العمل البحثي. فما المدة التي ستمر حتى يقوم باحث مثالي ورفيع المستوى ـ من الناحية التقنية ـ بإصدار عام لمعلومات الجينوم والسمات تحت عنوان (العلم متاح الوصول إليه)؟

بدأت حركات المعلومات المتوفرة للجميع والبرمجيات مفتوحة المصدر على أيدي مثاليين. ويبدو من المحتَّم حدوث تسريب كبير لمعلومات الجينوم في المستقبل القريب. ومن الآن، يجب أن يدرس العلماء الفرادى والمؤسسات والمموِّلون كيف ستكون ردود أفعالهم عندما يحدث ذلك.

تجمع بعض الدراسات البيانات الجينية لأكثر من 50000 شخص بالفعل في تحليل واحد. وعلى الرغم من افتراض وجود حماية مشددة لهذه المعلومات، فلقد تم توزيعها على عديد من المؤسسات التي لديها معايير غير متماسكة للأمان والخصوصية. وبالفعل، غالبًا ما تنتقل حماية البيانات إلى العلماء الفرادى. وفور حدوث التسريب، يصبح احتواء هذه البيانات من المستحيل تقريبًا.

ما الضرر الذي قد ينشأ عن تسريب بيانات شخصية وجينومية؟ تقدم لنا استمارة الإذن لـ«مشروع الجينوم الشخصي» PGP ـ التي لا تقوم بأدنى محاولة للاحتفاظ بالمعلومات الجينية بشكل سري ـ دليلًا عن هذا الأمر؛ حيث تدرج الاستمارة مجموعة من العواقب السلبية، من اكتشاف عدم الأبوة، حتى التلبس أثناء وضع حمض نووي مصنَّع في مسرح جريمة.

يتم تجهيل معظم بيانات الجينوم في الأبحاث، ولكن مع أخذ تطور عملية إعادة التعريف وقواعد البيانات الجينية التجارية في الاعتبار، هل ستظل هذه البيانات مجهولة؟ من المحتمل بدرجة كبيرة أن تكشف البيانات الجينومية المعرَّفة عن حالات صحية ذات صلة بالدراسة التي جُمعت من أجلها. وقد تكون النتائج غير مريحة، ولكن يُحتمل أن تكشف عن معلومات أقل من بحث على موقع "جوجل" مثلًا. وحتى الآن، لم يتعرض أي مشارك في «مشروع الجينوم الشخصي» ـ قام بإصدار معلومات عن الجينوم والسمات ـ لأي عواقب سلبية تم الإبلاغ عنها لمجلس المراجعة المؤسسي. وعلى المدى الطويل، قد يرتفع احتمال الضرر مع زيادة فهمنا للتنوع الجيني.

هناك أيضًا الاحتجاج العام الذي قد ينتج عن التسريب الجينومي؛ إذ غالبًا ما يكون لدى الجماهير إدراك مبالَغ فيه عن الروابط بين الجينات والسمات الشخصية. ومع الافتقار إلى المعلومات الموضوعة في سياقها السليم، قد يتساءل المشاركون عما إذا تم تسريب معلوماتهم الجينومية الخاصة، ويفزعون من عواقب وخيمة غير قابلة للتصديق.

لذا.. قد يؤدي التسريب الجينومي إلى رد فعل عنيف. وقد ينسحب المتطوعون من الدراسات البحثية ويرفضون الانضمام إلى دراسات أخرى. وقد يصبح العمل البحثي عُرضةً لقيود الإيقاف أو سحب التمويل. قد يكون الضرر اللاحق بالأبحاث الجينية هائلًا، وقد يشعر المشاركون في الدراسات بعدم الاستقرار.

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/oybzqm

ما الذي يمكن فعله؟ هناك خياران متناقضان ينطويان على بساطة جذابة. يتمثل الأول في نص المشاريع البحثية على إصدار بيانات غير مقيدة من البداية. ويجب عرض هذا الخيار بشكل أكثر اتساعًا بسبب التأكد من جدواه والمزايا البحثية التي يوفرها. ومع ذلك..هل سيرضى أفراد كثيرون بمشاركة ذلك بشكل مفتوح لهذه الدرجة؟ يتمثل الخيار الثاني في حفظ المعلومات الجينومية بسرية شديدة، بحيث تكاد تكون سرقتها مستحيلة؛ من خلال السماح بعمليات التحليل على أجهزة كمبيوتر مركزية، عن طريق واجهات مقيدة على سبيل المثال. وعلى الرغم من فائدته كبديل، قد يضع هذا النظام العقبات في طريق العمل البحثي في حالة تحوُّله إلى وسيلة حصرية للوصول إلى البيانات، ولكنه يظل قابلًا للاختراق بطرق بارعة؛ للاستيلاء على معلومات جينية غير مناسبة.

لا يُعَدّ أي من الخيارين قابلًا للتنفيذ بشكل شامل.. ما يعني أن السؤال غير متعلق بكيفية منع التسريب، ولكنه متعلق بكيفية الحد من آثاره.

> السؤال غير متعلق بكيفية **منع التسريب،** ولكن بكيفية **الحد من آثاره.**

ويتطلب ذلك بعض الخطوات المحددة، بالإضافة إلى ملاءمة المفاهيم المستخدمة بالفعل في أماكن أخرى في الأبحاث البيولوجية، وفي تطبيق المبادئ المقترحة بواسطة مجموعات مثل «اللجنة الرئاسية لدراسة المشكلات الأخلاقية المتعلقة بعلم الأحياء في واشنطن العاصمة».

ويجب أن يطوِّر المموِّلون آليات سريعة لإبلاغ المشاركين في الدراسات والحكومات ووسائل الإعلام عند حدوث تسريبات، وتوفير إرشاد وافٍ عن مدى العواقب المحتملة لمن يتأثرون بها. وقد يتطلب ذلك إعادة الاتصال بالمشاركين في البحث؛ لتحذير مَن تم تسريب بياناته منهم، وطمأنة الآخرين ـ الذين ظلت بياناتهم آمنة ـ بشكل ضمني. ويتطلب الأمر المزيد من البحث عن الضرر المحتمل لمثل هذه التسريبات؛ من أجل تحسين إبلاغ المشاركين في الأبحاث، وحمايتهم قبل حدوث التسريب وبعده.

كما يجب علينا القيام بخطوات لتقليل تكرار وحجم التسريبات الجينومية المستقبلية. ويمكن للمؤسسات إعداد بروتوكولات ومراجعات موحدة لضمان سلامة البيانات الجينومية المحميَّة. ويجب تدريب جميع الباحثين ـ الذين يستخدمون بيانات جينومية مقيدة ـ على الأخلاقيات والتقنيات المرتبطة بحماية البيانات البشرية. ويجب نشر استراتيجيات تقنية وقانونية على نحو استباقي؛ للمساعدة في الحد من إفشاء البيانات المسرَّبة إلى مَن يسعون لاقتناصها خلسة.

بإمكان الحماية القانونية المعزَّزة التقليل من الضرر الناتج عن الاستخدام غير المناسب لمثل هذه البيانات. وفي الوقت نفسه، نحتاج إلى معالجة المأزق المتمثل في أنّ الأبحاث المشتملة على بيانات مسرَّبة قد تسرع من التقدم العلمي الفوري دون شك، ولكن هل يجوز للعلماء استغلالها؟

والأهم من ذلك.. يجب أن نضمن أن المناقشة الضرورية حيال مخاطر التسريب الجينومي قد تمت موازنتها بمعلومات عن المزايا الهائلة التي توفرها المعلومات الجينية المجموعة لنا جميعًا. وعلى الرغم من أنّ سرعة ووعود علم الجينوم تجعل من التسريبات أمرًا حتميًّا، فإنها تضمن التقدم الطبي أيضًا. ■

ستيفن إ. برينر أستاذ في جامعة كاليفورنيا، بيركلي.
البريد الإلكتروني: brenner@compbio.berkeley.ed

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بيولوجيا السرطان

إطلاق العنان لجهاز المناعة

العلاجات التجريبية التي تطلق عنان جهاز المناعة لمكافحة السرطان ـ عن طريق اعتراض «مثبطات نقاط التفتيش» المناعيّة ـ تُوَاصِل إظهار نتائج واعدة في التجارب الإكلينيكية المبكرة.

إنّ مثبطات نقاط التفتيش التابعة لجهاز المناعة تمنع المناعة الذاتيّة، وتكبح الاستجابة المناعيّة ضد الأورام. ومن جانبهم، قام أنتوني ريباس وزملاؤه ـ بجامعة كاليفورنيا في لوس أنجيلس ـ باختبار عقار لامبروليزوماب lambrolizumab، وهو مركَّب يعترض مثبطات نقاط تفتيش مناعيّة، تسمى PD-1، لدى 135 شخصًا مصابًا بميلانوما متفاقمة، وهي سرطان الخلايا الصبغيّة. ولُوحظ أنّ الأورام قد تقلصت بمقدار 30% على الأقل لدى 38% من المرضى.

وفي دراسة منفصلة، قام جِد ولشوك وزملاؤه ـ بمركز سرطان سلون كيترينج التذكاري في نيويورك ـ بمعالجة 86 شخصًا مصابًا بميلانوما متفاقمة باستخدام مركَّبين: نيفولوماب nivolumab، وهو أيضًا يعترض مثبط PD-1، وأيبيليموماب ipilimumab، وهو عقار معتمَد يمنع مثبطات نقاط تفتيش مناعيّة تُسَمَّى CTLA-4. وقد تقلصت الأورام بمقدار النصف ـ على الأقل ـ لدى 40% من المرضى.

N. Engl. J. Med. **http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1305133;** http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1302369 (2013)



QUIRIN SCHIERMER

علوم المناخ

الرّنّـة تحافـظ علـى الأراضـي بـاردة

قد تؤثر ممارسات رعي الرنة على الغطاء النباتي بشمال اسكندنافيا في توقيت ذوبان الجليد في الربيع.

ويمكن للشجيرات الطويلة والكثيفة تسريع ذوبان الثلوج في سهول التندرا.. فكلما برز مزيد من الفروع من خلال الثلوج المتراكمة؛ قَلَّت كمية أشعة الشمس التي تنعكس قبالةَ السطح الناصع، وامتصّت الأرض مزيدًا من الحرارة.

وكان فريق بحث بقيادة جوڤال كوهين ـ من معهد الأرصاد الجوية الفنلندي في هلسنكي ـ قد استخدم مشاهدات الأقمار الصناعية لدراسة الغطاء النباتي والثلوج بشمال اسكندنافيا. وفي فنلندا، حيث ترعى أيائل الرنة عادةً في غابات التندرا على مدار السنة، يبدأ ذوبان الثلوج متأخرًا. وفي الأراضي الداخلية بالنرويج، حيث تُتْرَك المراعي دون رعي خلال فصل الصيف، وحيث الغطاء النباتي أطول قامةً وأكثر وفرةً، يذوب الثلج مبكرًا بشكل أسرع.

ويرى الباحثون أن زيادة كثافة رعي حيوانات الرنة قد تؤخِّر ذوبان الثلوج، وتخفِّض تسخين الأرض خلال فصل الربيع في غابات التندرا سريعة الاحترار.

Remote Sens. Environ. 135, **107–117 (2013)**

الفيزياء الفلكية

الطاقة المغناطيسية لنجوم السوبرنوفا

كشف ضوء من خمسة نجوم مستعرة هائلة (سوبرنوفا) فائقة الإضاءة عن مصدر طاقة غير عادي وراء هذه الانفجارات الكونية، التي كانت أكثر إشراقًا من نجوم السوبرنوفا العادية.

وفي هذا السياق، قام كوزيمو إنسرّا وفريقه ـ في جامعة كوينز في بلفاست، المملكة المتحدة ـ برصد 5 سوبرنوفا قريبة لمدة تصل إلى سنة لكل منها. وأفاد الفريق أن التوهج المستمر لهذه المستعرّات الهائلة التي تم رصدها بواسطة تليسكوب المسح البانورامي ونظام الاستجابة السريعة في ماوي، هاواي، أكثر سطوعًا وتوهجًا من أن يتولد ذلك بواسطة النيكل المشع، الذي هو وقود نجوم السوبرنوفا التقليدية.

مع ذلك.. فإن كلًّا من ذروة الإضاءة وذيل الضوء الطويل يتسق مع النجوم التي تنهار لتشكل نجومًا مغناطيسية magnetars ـ وهي نجوم نيوترونية ذات حركة مغزلية سريعة ومجالات مغناطيسية قوية ـ وتوفر خزان طاقة إضافيًّا لنُجوم السوبرنوفا. يقول الباحثون إن هذا أقوى دليل تم رصده حتى الآن لآلية نجوم السوبرنوفا.

Astrophys. J. 770, **128 (2013)**

البيولوجيا الجزيئية

تعزيـز دفـاع النبـات

اكتشاف الجين الذي ينظِّم تأثيرات هرمون النبات المسمَّى حمض الجاسمونيك قد يؤدي إلى طُرُق لزيادة مقاومة آفات المحاصيل، دون إعاقة نموها.

يساعد حمض الجاسمونيك النباتات على دَرْء الحشرات ومسببات الإمراض، بل وينظم أيضًا جوانب تطور النبات، بما في ذلك الخصوبة، ونضج الثمار. حدَّد داوشين شيه وزملاؤه ـ بجامعة تسينجهوا في بكين ـ جينًا يسمَّى JAV1 ـ في نموذج دراسي لنبات أرابيدوبسيس ثاليانا ـ يكبح عدة استجابات يُطْلِقْها حمض الجاسمونيك. وقدتحلَّل بروتين JAV1 لدى حدوث هجوم من الحشرات أو الفطريات. ومن ناحية أخرى.. عَزَّز إسكات جين JAV1 مقاومةَ النبات للأمراض، لكنْ لم يكن له تأثير سلبي على الخصوبة، أو على عمليات النمو (التطوريّة) الأخرى.

Mol. Cell 50, **506–517 (2013)**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



TAMAR EVIATAR-RIBAK

علوم النبات

الطماطم تكوِّن دَرَنَات

إنّ رَفْع مستويات هرمون في نباتات الطماطم «سولانُم لايكوبرسيكُم» *Solanum lycopersicum* جعلها تكوِّن درنات، مثل شبيهتها بطاطس «سولانم توبَروسُم» *Solanum tuberosum*.

وكان يوفال إيشِد بمعهد وايزمن للعلوم في رحوفوت، إسرائيل، وإليعازر ليفشِتز بمعهد إسرائيل للتكنولوجيا في حيفا وفريقاهما قد قاموا جميعًا بتحوير الطماطم وراثيًّا، بحيث تكون بها مستويات عالية من السيتوكاينين cytokinin، وهو هرمون موجود بكل النباتات. وشكَّلت الطماطمُ دَرَنَات صغيرة (في الصورة) في قاعدة الأوراق على طول السيقان، حيث تنقسم الخلايا وتنقلب مستويات الهرمونات.

وإعطاء نباتات البطاطا الهرمون في مستنبت (مزرعة مخبريّة) أَخْرَجَ أيضًا بطاطا صغيرة على طول سيقان النبات. ويرى الباحثون أنّ آلية شائعة بسيطة قد تحث تكوين درنات في أنواع النباتات الأخرى.

***Curr. Biol.* http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2013.04.061 (2013)**

AAAS

العلوم البحرية

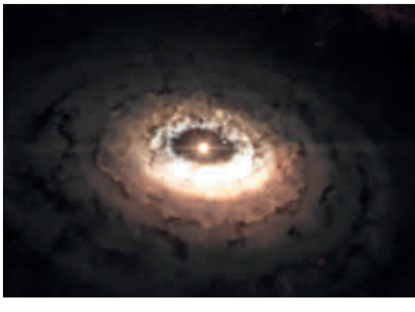
إلقاء القمامة في البحر أكثر من المتوقَّع

البشر يلقون من القمامة في المحيط أكثر بكثير مما كان يُعتقد سابقًا.

استخدمت كيرا شْلِينج وفريقها ـ بمعهد بحوث أكواريم خليج مونتيري، في موس لاندينج، كاليفورنيا ـ قاعدة بيانات اثنين وعشرين عامًا من مشاهدات محددة لبعثات البحوث الغاطسة في خليج مونتيري؛ لتحديد الأنقاض البحرية بشرية المنشأ. وشوهدت القمامة في 1.49% من المساحة التي شملتها البعثات الغاطسة، معظمها من المعادن والبلاستيك، وتراوحت نوعًا وعمقًا من أنابيب PVC البلاستيكية عند عمق 25 مترًا إلى أكياس البلاستيك عند عمق 3,971 متر، وكانت هذه القمامة منتشرة بالأخص حول أخدود مونتيري تحت سطح البحر. ووُجدت معظم الأنقاض المعدنية والبلاستيكية تحت عمق 2000 متر، مما يشير إلى أن الدراسات السابقة قد هوَّنت من تأثير المخلفات المتراكمة في المناطق العميقة، التي تلقى عمومًا مراقبة غير كافية. ويقترح الباحثون أن الأخاديد تحت سطح البحر ربما احتجزت وركّزت هذه المخلّفات في العمق.

***Deep-Sea Res. I* http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr.2013.05.006 (2013)**

ESO/L. CALÇADA



علم الفلك

مصيدة تحتفظ بغبار كوكب أوَّليّ

إنّ جزيئات الغبار التي تُشاهَد حول النجم الناشيء تعطي فكرة عن كيفية ولادة الكواكب. وتشكيل الكواكب يُعَدّ لغزًا: فوفْقًا للنظرية القياسية، ينبغي لحبيبات الغبار الدائرة حول النجوم حديثة الولادة أنْ تطير بحركة لولبية داخل تلك النجوم، بدلاً من أنْ تلتحم وتتعاظم؛ لتشكِّل كواكب. وكان علماء الفلك قد بيَّنوا أن هناك مناطق، أو «نتوءات ضغط»، حيث تحبِس تدرُّجات الضغط والكثافة جزيئات الغبار لمدة طويلة، بما يكفي للسماح لها بالتكتل معًا.

وقد لاحظ فريق بقيادة نينكي فان دير ماريل ـ من جامعة لايدن في هولندا ـ مثالًا لهذه المصيدة حول النجم Oph IRS 48، الواقع على بُعْد حوالي 120 فرسخًا فلكيًّا من الأرض. وكانت مجموعة مرصد أتاكاما الكبير الملّيمتري/ دون الملّيمتري في شيلي قد رصدت تجمُّعًا هلاليّ الشكل على جانب واحد من النجم، ربما يكون خزانًا من اندماج حبيبات الغبار (يظهر في الصورة كانطباع فنان).

***Science* 340, 1199–1202 (2013)**

اختيار المجتمع

الأبحاث الأكثر قراءة في العلوم

الكيمياء

محفِّز يستهدف موضعًا على حلقة الكربون

الأكثر قراءة على pubs.acs.org في مايو 2013

محفز معدني يضمن أن الجزيئات تلتحق بمكانها الصحيح على حلقة الكربون، بكسر الرابطة نفسها كل مرة.

قطع الكيميائيون أشواطًا في تحديد تفاعلات تُخِل بالروابط الهيدروكربونية المعروفة بأنها خاملة، وهي خطوة رئيسة عند إلحاق الجزيئات بِبِنَى حلقة الكربون. بيد أن ضمان التحاق الجزيء في مكانه الصحيح على حلقة الكربون لا يزال يمثل تحديًا. فقد استطاع فرانك جلوريوس وزملاؤه ـ بجامعة مونستر في ألمانيا ـ حل هذه المشكلة لمنطقة مشاكسة على فئة من الحلقات المسماة ثيوفينات بنزو[ب] benzo[b]thiophenes.

وباستخدام البلاديوم على دعامة كربون، مع كلوريد النحاس، طوّر الباحثون محفزًا بقدرة انتقائية لذرة الهيدروجين المرغوبة، تتجاوز نسبتها 99% في حالات كثيرة. وهذا التفاعل رخيص جدًّا، ويتحمل تأثير الهواء والماء.

***J. Am. Chem. Soc.* 135, 7450–7453 (2013)**

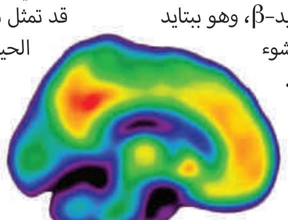
البيولوجيا العصبية

طفرات تُبدِّل أميلويد الدماغ

بعض الطفرات التي تعزز مخاطر الإصابة بمرض الزهايمر قد تزيد أيضًا إنتاج أحد أشكال أميلويد-β، وهو ببتايد يُعتقد أنه يسهم في نشوء وتفاقم مرض الزهايمر.

والأشخاص الذين يرثون طفرات محددة في أحد الجينين: PSEN1، أو PSEN2 غالبًا ما يصابون بشكل نادر من مرض الزهايمر. وكان راندال بيتمان وفريقه ـ بجامعة واشنطن في سانت لويس، ميسوري ـ قد استخدموا التوسيم بالنظائر المستقرة، والتصوير المقطعي السطحي البوزيتروني؛ لتتبُّع إنتاج أميلويد-β في أدمغة 11 مريضًا (الصورة) من الذين يحملون طفرات PSEN، و12 من أشقائهم الذين لا يحملون هذه الطفرات. أنتج الذين لديهم الطفرة شكلًا طويلًا من الببتايد، يُدعى أميلويد-β42، بمعدل أعلى من 18% في المتوسط من الذين لا يحملون تلك الطفرة. والمعلوم أن أميلويد-β42 هو المكوِّن الرئيس لترسب لويحات أميلويد (بيتا) الموجودة في المادة الرمادية بأدمغة المرضى المصابين بالزهايمر.

***Sci. Transl. Med.* 5, 189ra77 (2013)**



علم الإحاثة

آثار مسارات كاشفة للحيوانات المبكرة

آثار مسارات متحجرة ـــ تُرِكت على صخور في كندا منذ 560 مليون سنة ـــ قد تمثل بعض أقدم الأدلة على الحيوانات المتلوية.

وكانت لاثا مينون وفريقها ـــ بجامعة أكسفورد البريطانية ـــ قد درسوا انطباعات على شكل قرص تركها كائن يدعى «أسبيدلّا» *Aspidella* في ما كان ذات يوم مياهًا ضحلة بمقاطعة نيوفاوندلاند. حدد الباحثون مسارات أفقية ورأسية على صخور تم تجاهلها سابقًا، ويبدو أنها مرتبطة بـ«أسبيدلّا». يقترح الباحثون أن العلامات وجدت نتيجة محاولات الحيوان التلوي تملصًا من الرواسب، وليس لأنها انزلقت بشكل حر. يقول الباحثون إن كائنات «أسبيدلا» ـــ وربما كائنات «إديكارَنز» *Ediacarans* الأخرى أيضًا ـــ كانت على ما يبدو من أوائل الحيوانات التي عاشت تحت الماء.

***Geology* http://dx.doi.org/10.1130/G34424.1 (2013)**

NATURE.COM
لمطالعة آخر الأبحاث المنشورة بدَوْريّة "نيتشر"، انظر:
go.nature.com/latestresearch

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم الأعصاب

نافذة على إصلاح الأعصاب

بعض العصبونات تتجدد أفضل من أخرى.

قطع باحثون في إمبريال كوليدج ـ بجامعة لندن بقيادة فينشنزو دي باولا ـ خلايا عصبية في أدمغة فئران، باستخدام أشعة الليزر لتقليل التَّندُّب والالتهابات. وضع الباحثون ألواحًا زجاجية في جماجم الحيوانات، وراقبوا نمو أكثر من 100 عصبون من جديد لمدة تصل إلى عام. نما أكثر من نصف العصبونات المقطوعة من أعمق طبقة بقشرة الدماغ وحوالي خُمْس الخلايا المقطوعة من الطبقات الأخرى فقط من جديد. كانت عودة نمو العصبونات في أدمغة الفئران اليافعة أرجح احتمالا من نظيراتها في أدمغة الفئران الناضجة.

يقول الباحثون إن عودة نمو العصبونات— على الأقل جزئيًا— تعتمد على نفسها وليس فقط على عوامل خارجية كخلايا الدعم العصبية. ويقترحون أن التصوير طويل الأمد يمكن أن يُستخدم لاختبار الاستراتيجيات المرتقبة لإصلاح الخلايا العصبية في أدمغة الحيوانات الحية.

***Nature Commun*. 4, 2038 (2013)**



IGNACIO YUFERA/FLPA

سلوك الحيوان

الأعشاش المألوفة تسبق أفضل البحيرات

عندما تستقر طيور «الغطاس» المائية (الصورة) لتتكاثر، فإنها تختار مواقع مشابهة لتلك التي فقست فيها في صغرها، حتى لو أتيحت لها مواقع أفضل.

وكجزء من دراسة مستمرة منذ 20 عامًا، قام باحثون— بجامعة تشابمان في أورانج، كاليفورنيا، بقيادة وولتر باير— بوسم ومراقبة الطيور عبر البحيرات الجليدية بشمال وسط الولايات المتحدة. تميل طيور الغطاس التي تربت في البحيرات الحمضية الصغيرة إلى الاستقرار بمواقع مماثلة، رغم أن البحيرات الكبيرة، الأقل حمضية، يمكن أن تدعم فراخًا أكثر وأصح. يقترح الباحثون أن طيور الغطاس الناضجة يمكنها البقاء بشكل أفضل في بحيرات تتوافر بها أنواع السمك والفرائس الأخرى المألوفة لديها. ويقول الباحثون إن المقايضة بين نجاح التكاثر ومعدل البقاء قد تساعد في شرح خيارات المأوى اللاتكيفية— كما تبدو— لدى طيور الغطاس، وغيرها من الأنواع.

***Proc. R. Soc. B* 280, 20130979 (2013)**

علوم النبات

الإيقاع اليومي للخضراوات

إنّ الخضراوات المقطوفة لها قدرة على ممارسة الدورات اليومية نفسها للنباتات التي جاءت منها.

وقد قامت جانيت برام وزملاؤها ـ بجامعة رايس في هيوستن، تكساس ـ بضبط الساعة البيولوجية لكرنب *Brassica oleracea* من المتجر بتعريضها لدورات يومية متعاقبة من الضوء والظلام. وجد الباحثون أن أنسجة الكرنب راكمت دفاعات كيماوية ضد الحيوانات العاشبة خلال دورة النهار. كذلك، تستخدم نباتات أرابيدوبسيس *Arabidopsis* السليمة (الكاملة) الدورة نفسها للوقاية من الحشرات الزراعية.

عند مزامنة الإيقاع اليومي للكرنب مع إيقاع يرقات العثة ماضغة النبات *Trichoplusia ni* (في الصورة)، قُضِمَت الخضراوات بشكل أقل من الخضراوات التي لم تكن إيقاعاتها متزامنة مع اليرقات.

والدورات الواقية نُسِخت في المحاصيل المقطوفة الأخرى، بما في ذلك التوت البري الأزرق، والبطاطا الحلوة، والجزر، مما يشير إلى أن هذه الدورات قد تكون وسيلة لحماية الفاكهة والخضراوات من الآفات.

ويرجح الباحثون أن الإيقاعات اليومية في المحاصيل المقطوفة قد تؤثر أيضًا على قيمتها الغذائية.

***Curr. Biol*. http://dx.doi. org/10.1016/j. cub.2013.05.034 (2013)**



D. GOODSPEED ET AL.

علوم الأرض

الزلازل العملاقة تغرق البراكين

الزلازل العملاقة في مناطق الاندساس الصفيحي القاري لا تولد حالات تسونامي فقط —بل يمكنها أيضا أن تسبب غرق المناطق البركانية القريبة، وربما تبدل مخاطر اندلاعات البراكين.

في نطاق الاندساس الصفيحي القاري، تنحشر صفيحة من القشرة الأرضية تحت أخرى (في الغلاف المائع). بدورها، تسبب الزلازل توسعًا وخمودًا للصفيحة العلوية. وتخمد البراكين على هذه الصفائح أكثر، بحسب بيانات رادارات الأقمار الاصطناعية المأخوذة من إقليمين.

قام يُويتشيرو تاكادا ويو فوكوشيما—من جامعة كيوتو، اليابان—بقياس هبوطات في المناطق البركانية بلغت 15 سنتيمترًا قرب الصدع الذي تداعى في زلزال توهوكو الذي بلغت قوته 9.0 درجات في 2011.

في دراسة أخرى منفصلة، قام مات بريتشارد وزملاؤه— بجامعة كورنيل في إيثاكا، نيويورك ـ بقياس هبوط بلغ 15 سنتيمترًا خلال أسابيع من زلزال مول Maule البالغة قوته 8.8 درجات ـ قبالة ساحل تشيلي في 2010.

يرى مؤلفو الدراسة اليابانية أن الهبوط قد حدث بسبب غرق خزانات المواد المنصهرة أسفل البراكين. على نقيض ذلك، يقول مؤلفو الدراسة التشيلية بأن الخزانات المائية الحرارية قد استُنزِفت، مما تسبب في انهيار الأرض أعلاها.

***Nature Geosci*. http://dx.doi. org/10.1038/ngeo1857; http:// dx.doi.org/10.1038/ngeo1855 (2013)**

الغلاف الجوي

الهباء الجوي يكبح الأعاصير

خفّضت جسيمات الهباء الجوي ـ الناجمة عن الأنشطة البشرية ـ عدد العواصف المدارية (الاستوائية) فوق المحيط الأطلسي خلال القرن العشرين.

ويُعتقَد أن الهباء الجوي الطبيعي ـ مثل جزيئات الغبار ـ يؤثر في نشاط الأعاصير، لكن آثار الهباء الجوي بَشَرِيّ المنشأ غير واضحة. وكان نِك دُنستون قد قاد فريقًا بمركز هادلي للأرصاد الجوية في إكستر، المملكة المتحدة، حيث قاموا ببناء نموذج لتواتر العواصف المدارية في شمال الأطلسي بعمليات محاكاة، تشمل التغيرات بشرية المنشأ، الحادثة في الهباء الجوي، أو تستبعدها. وتشير نتائج محاكاة النموذج إلى أنه مع زيادة مستويات الهباء الجوي بَشَرِيّ المنشأ في أوائل القرن العشرين، انخفض نشاط العواصف المدارية؛ بينما أدى انخفاض الهباء الجوي في نهاية القرن إلى زيادة العواصف.

ويعزو الفريق هذا إلى تأثير الهباء الجوي على الغيوم. فهو يجعلها ساطعة، ويبقيها مكانها لفترة أطول، وبالتالي يبرِّد الهباء الجوي درجات الحرارة السطحية، ويحوِّل أنماط الدوران بالغلاف الجوي بما يكبح الأعاصير.

***Nature Geosci*. http://dx.doi.org/10.1038/ngeo1854 (2013)**

علم المواد

السقاطة المغزلية تغير شكل اللؤلؤ

تدين اللآلئ كاملة الاستدارة (الصورة) بشكلها الكروي لأنماط النمو اللولبي لعرق اللؤلؤ (مادة متقزحة اللون، تُعرف أيضًا بأم اللؤلؤ). وعلى نقيض ذلك، اللؤلؤ غير الكروي كالذي يتخذ


AMERICAN CHEMICAL SOCIETY

شكل قطرة تمتلك واجهات نمو طولية متموضعة، تعمل كأسنان سقاطة (أداة تشبه ترسًا مسننًا تتيح الحركة باتجاه واحد وتمنعها بالاتجاه المضاد)، وتلف الجوهرة مغزليًا خلال نموها في المحارة.

قام جوليان كارترايت وفريقه ـ بجامعة غرناطة، إسبانيا ـ بحساب القوى التي تبذلها جسيمات عرق اللؤلؤ في الالتصاق والارتداد عن واجهات نمو لؤلؤة ناشئة. أثبتت القوى قدرةً كافية لتدوير اللؤلؤة مرة كل 20 يومًا (هي سرعة دوران اللؤلؤ المعروفة سابقًا) والتأثير في شكله النهائي.

يقترح الباحثون أن التحكم المجهري بالحركة التي تُرى بالعين يمكن أن يكون مبدأ تصميم مفيدًا لبناء آلات بالغة الصغر.

***Langmuir* http://dx.doi.org/10.1021/la4014202 (2013)**

علم الآثار

الأصداف تؤرِّخ لظهور الإنسان العاقل

يشير حجم أصداف البطلينوس (الرخوة) الأثرية إلى أن التجمعات البشرية بدأت تتضخم منذ حوالي 50 ألف سنة، بعد فترة طويلة من ظهور الابتكارات الثقافية الرئيسة في السجل الأثري.

وبدورهما، قام كلٌّ من تيريزا ستيل من جامعة كاليفورنيا، ديفيز؛ وريتشارد كلاين بجامعة ستانفورد، بكاليفورنيا؛ بقياس حجم أصداف البطلينوس من مواقع أثرية بجنوب أفريقيا؛ فاستنتجا ارتباطًا للأصداف الأصغر بزيادة الحصاد، وبالتالي بالمستوطنات البشرية الكبيرة. هذه الأصداف التي تعود إلى «العصر الحجري الأوسط»، أي منذ 200 ألف إلى 50 ألف سنة، كانت دائماً أكبر من أصداف مواقع «العصر الحجري المتأخر»، مما يشير إلى زيادة في النمو السكاني في العصر الأخير.

بدأ البشر الذين عاشوا بساحل جنوب أفريقيا في إنتاج مصنوعات يدوية رمزية ـ مثل عقود خرز الأصداف ـ منذ حوالي 100 ألف سنة، حيث يُعْتَقَد أن تعداد السكان كان أصغر آنذاك. يقول الباحثون إن نتائجهم تتحدى النظرية القائلة إن مثل هذا السلوك الثقافي حفزته كثافة سكانية عالية، ساعدت في نشر الابتكارات الجديدة.

***Proc. Natl Acad. Sci. USA* http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1304750110 (2013)**

اختيـــار المجتـــمع

الأبحاث الأكثر قراءةً في العلوم

الهندسة الوراثية

مكتبة شاملة لذبابة الفاكهة

الأكثر قراءة
على dev.biologists.org
في مايو 2013

إنها طريقة يمكنها أن تولِّد سلالات ذباب الفاكهة بشكل ممنهج؛ لتزيد تعبير جينات معينة، وسوف تساعد الباحثين في استكشاف وظيفة الجينات في نموذج دراسي لكائن حي.

فقد طوَّر كونراد بازلر وزملاؤه ـ بجامعة زيوريخ، بسويسرا ـ أسلوبًا قابلاً للتحجيم؛ لزيادة تعبير جينات في مواقع معروفة بجينوم ذبابة الفاكهة «دروسوفيلا». وزَاوَجَ الباحثون بين نظام يسمح بتعبير جيني محكوم، ونظام يتيح تكاملاً محدد المواقع لجينات أُدْخِلت حديثًا. واستخدم الباحثون هذه التقنية لإنشاء مكتبة من 1149 سلالة لذبابة «دروسوفيلا». ويرى الباحثون أن بالإمكان استخدام هذا النهج؛ لاستكشاف جيد لآثار زيادة التعبير في مجموعة شاملة من جينات الذبابة، واستكمال التجارب مع ذباب محور جينيًّا، بحيث يتم تعطيل جينات معينة، أو حذفها.

***Development* 140, 2434–2442 (2013)**

الفيزياء التطبيقية

جدران اصطناعية تضخِّم الصوت

يمكن ضغط الموجات الصوتية خلال ثقوب أصغر من طولها الموجي في جدار مصنَّع بشكل خاص.

والميتامتريال Metamaterial هي مواد اصطناعية تمت هندستها بدقة من المعادن أو اللدائن؛ لتكون لها بنية تتلاعب بالصوت أو موجات الضوء. وقد تم بالفعل استخدام هذه المواد لتوجيه موجات الضوء من خلال فتحات تبدو غير مُنفِذَة. ولإنجاز مثل هذا «الانتقال الاستثنائي» مع الصوت أيضًا، قام سام لي وزملاؤه ـ بجامعة يونسيه في سيول، كوريا الجنوبية ـ بمَطّ قِطَع من أغشية لدنة (بلاستيكية) فوق ثقوب صغيرة للغاية بلوحة معدنية رقيقة. والموجات الصوتية الواردة بتردد محدد رنَّت مع الغشاء، مما تسبب في تدفق الهواء، كما لو كان عديم الكتلة، ومرِّرَ الصوت بنسبة 97% خلال الثقوب. وتم تكثيف الصوت داخل الثقوب بعامل يصل إلى 5,700 ضعف، وبالتالي يمكن استخدامه في الأجهزة الكاشفة الحساسة، حسب قول الباحثين.

***Phys. Rev. Lett.* 110, 244302 (2013)**

السرطان

عقار يفوق العلاج القياسي

أكدت تجربة إكلينيكية كبيرة نجاح العلاج بعقار موجَّه لحالات سرطان الخلايا غير الصغيرة الرئوي المتقدم. فقد أطال عقار كريزوتِنِب crizotinib ـ الذي يستهدف بروتينًا سرطانيًّا يُرمِّزه جين ALK المتحوِّر ـ البقاءَ بدون تفاقم المرض لدى مرضى لديهم طفرات ALK الجينية بمتوسط 7.7 أشهر، مقارنةً بمتوسط 3 أشهر للعلاج الكيميائي وحده.

وأوردت نتائج هذه التجربة ـ التي شملت 347 مريضًا ـ أليس شو وزملاؤها بمستشفى ماساتشوستس العام في بوسطن، حيث تأتي بعد ست سنوات فقط من اكتشاف طفرات اندماج جين ALK في السرطان، وبعد عامين من الموافقة على استخدام عقار كريزوتِنِب علاجًا لسرطان الخلايا غير الصغيرة الرئوية بالولايات المتحدة في تجارب إكلينيكية صغيرة.

وقد أفادت دراسة أخرى متصلة ـ لفريق آخر بقيادة أليس شو أيضًا ـ بوجود آلية مقاومة جديدة لعقار كريزوتنب ـ لدى مريض واحد، مما يُظْهِر ضرورة مواصلة البحث عن علاجات موجَّهة فعالة أخرى.

***N. Engl. J. Med.* 368, 2385–2394; 368, 2395–2401 (2013)**

سياسات

انبعاثات البرازيل

انخفضت انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في البرازيل بنحو 39% بين عامي 2005 و2010، وفقًا لبيان صدر في 5 يونيو الماضي من قِبَل حكومة البلاد. ويرجع الانخفاض الحاد كليًّا إلى تراجُع معدلات إزالة الغابات. ومع ذلك.. فإن ارتفاع الانبعاثات من قطاعي الطاقة والزراعة أدّى إلى تغيير هذه النسبة، الأمر الذي سيمثل مصدر قلق إذا أرادت البرازيل خَفْض المزيد من الانبعاثات. وعمومًا، فإن البلد يسير على المسار الصحيح؛ لتحقيق الأهداف المعلنة في قمة المناخ التي عقدتها الأمم المتحدة في كوبنهاجن في عام 2009. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/xll3ht.

قائمة عامل التأثير

أعلنت «تومسون رويترز» ـ وهي وكالة أنباء لجمع المعلومات، مقرها نيويورك ـ عن أحدث تصنيفات عامل التأثير للمجلات العلمية في 19 يونيو الماضي. وتم حظر رقم قياسي من المنشورات، بلغ 66، من تقرير هذا العام، بسبب اقتباسها بشكل مفرط للمقالات الخاصة بها، أو اقتباس مقالات مجلات معينة. وفي مايو الماضي، انتقدت مجموعة من الباحثين والمؤسسات العلمية ودور النشر استخدام عوامل التأثير للحكم على منشورات وعلماء بصفتهم الفردية، وأصدروا تعهدًا يهدف إلى "تقليل التركيز على عامل التأثير للمجلة كأداة ترويجية". للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/ufgbrn.

أحداث

مغناطيس رحّال

في 22 يونيو الماضي، بدأ مغناطيس كهربائي ـ عرضه 15 مترًا ـ رحلةً طولها 5000 كيلومتر عن طريق شاحنات وقوارب من «مختبر بروكهافن الوطني» في أبتون بولاية نيويورك، إلى «مختبر مُسرِّع فيرمي الوطني» في مدينة باتافيا بولاية إلينوي. وكانت أمطار غزيرة ورياح سبب تأجيل تاريخ المغادرة الأساسي في 16 يونيو الماضي. ومن المقرر استخدام المغناطيس في تجربة "ميون جي-2" Muon g-2، التي سوف تدرس سلوك جزيئات قصيرة الأجل، تسمى: ميونات في مجالات مغناطيسية.



تصاعُد ثَوَرَان بركان ألاسكا

اشتد الثَّوَرَان المستمر لبركان ألاسكا "بافلوف" في 25 يونيو الماضي، عندما انبعث عمود رماد منه، وصل ارتفاعه إلى 8.5 كيلومتر. يقع "بافلوف" ـ وهو أحد أنشط البراكين في الولاية ـ على بعد 1000 كيلومتر جنوب غرب بلدية أنكوريج. وقد بدأ الثوران في منتصف مايو الماضي (التُقطت الصورة في 18 مايو الماضي). ويراقب «مرصد البراكين في ألاسكا» البركان عن كثب، بسبب تأثيره المحتمل على رحلات الطيران عبر شمال المحيط الهادئ. وقد توقفت أربع محطات من التسع المعنية برصد الزلازل ـ التي تراقب "بافلوف" ـ عن العمل في السنوات الأخيرة، كما حالت تخفيضات الموازنة دون إصلاح المرصد تلك المحطات. يُذكر أن خفض التمويل قد أوقف الرصد في الوقت الحقيقي لأربعة براكين ـ على الأقل ـ في ألاسكا. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/at8eue.

بعثة إلى الشمس

أطلقت وكالة «ناسا» أحدث بعثة إلى الشمس. وقد وصلت إلى المدار بأمان في 27 يونيو الماضي. وتم إطلاق «بعثة التصوير الطيفي لمنطقة السطح البيني للشمس» بواسطة صاروخ "بيجاسس إكس إل" Pegasus XL، التابع لشركة «أوربيتال ساينسز» Orbital Sciences، الذي انطلق من قاعدة فاندنبرج الجوية في مدينة لومبوك بولاية كاليفورنيا. تحمل المركبة الفضائية ـ التي تكلفت 181 مليون دولار أمريكي ـ تليسكوبًا بالأشعة فوق البنفسجية، وراسم طيف، قُطْر عدسته 20 سنتيمترًا، وهو مصمَّم لسَبْر طبقات الشمس بين سطحها الساطع وغلافها الجوي الخارجي، أي الهالة (انظر: *Nature* **498**, 279–280; 2013).

أبحاث

علاج فيروس HIV

قد يكون رجلان مصابان بفيروس نقص المناعة البشرية في طريقهما إلى الشفاء، وفق ما ذكره الأطباء المعالجون لهما في 3 يوليو الماضي في اجتماع «جمعية الإيدز الدولية» بكوالالمبور، عاصمة ماليزيا. وقد خضع الرجلان لنقل وزرع خلايا جذعية من أجل علاج سرطان الدم، ثم توقَّفا عن تناول أدويتهما المضادة للفيروسات القهقرية. ومع ذلك.. لم يُكتشف حتى الآن أي أثر للحمض النووي، أو الحمض النووي الريبي لفيروس نقص المناعة البشرية في دمائهما. ولا يزال من المبكر جدًّا القول إن الرجلين قد يكونا هما الثالث والرابع من المرضى الذين تم شفاؤهم تمامًا من فيروس نقص المناعة البشرية (انظر: go.nature.com/2ka1lq). وأعلنت «منظمة الصحة العالمية» كذلك في الاجتماع أنه على المرضى بفيروس نقص المناعة البشرية البدء في تناول العلاج المضاد للفيروسات القهقرية في وقت مبكر عما كان يُوصى به سابقًا، بينما لا تزال أنظمة المناعة لديهم قوية نسبيًّا. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/xchc4b.

غابات بيرو

تراجع المعدل السنوي لإزالة غابات منطقة الأمازون في بيرو عامي 2010 و2011، وفقًا لأول تحليل شامل أصدرته الدولة منتصف شهر يونيو الماضي. وتُعَدُّ بيرو الدولةَ الثانية –بعد البرازيل– التي تتعقب منهجيًّا عملية إزالة الغابات باستخدام صور الأقمار الصناعية. ويستند برنامج البلاد إلى برامج الحاسب التي يطورها «معهد كارنيجي للعلوم» في ستانفورد بولاية كاليفورنيا. وقد بلغ المتوسط السنوي لإزالة الغابات 163 ألف هكتار في المدة من عام 2005 إلى 2009؛ بزيادة 79% عن متوسط المدة من عام 2000 إلى 2005، ولكن بحلول عام 2011، كان معدل إزالة الغابات قد انخفض بما يقرب من 37%.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

منشآت

بناء مُسَرِّع الجسيمات

قامت الدراسة التي أمرت المفوضية الأوروبية بإجرائها في عام 2008 بتحديد المشروع المقترح الرائد في مجال بحوث أوروبا على جسيمات نيوترينو عالية الكثافة. ففي تقرير عُرِض الأسبوع الماضي في مختبر «سيرن» CERN؛ وهو المختبر الأوروبي لفيزياء الجسيمات، الواقع بالقرب من جنيف في سويسرا، تم تصنيف مصنع نيوترينو بوصفه الخيار الأفضل بين ثلاث منشآت لاختبار ما إذا كانت النيوترونات والنيوترونات المضادة تتصرف بشكل مختلف. ولا يزال مصير بناء مُسرِّع الجسيمات، المتوقع أن يتكلف مليارات الدولارات، غيرَ مؤكد. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/pvce6j.

تمويل

«هورايزون 2020»

اتفقت الدول الأعضاء بالاتحاد الأوروبي مع البرلمان الأوروبي في الأسبوع الأخير من شهر يونيو الماضي على تفاصيل مبادرة «هورايزون 2020»؛ وهي مبادرة بحثية على مستوى الاتحاد الأوروبي، من المقرر أن تبدأ في يناير 2014. ويتضمن الاتفاق، الذي لا يزال يتعين إقراره رسميًّا، نموذج تمويل مبسطًا للغاية لجميع المشاركين في البرنامج الذي يمتد لسبع سنوات، وتصل موازنته إلى 70 مليار يورو (91.2 مليار دولار أمريكي). وسيتم سداد التكلفة المباشرة لأي مشروع بالكامل إلى الجامعات ومعاهد البحوث والشركات، بالإضافة إلى معدل ثابت، نسبته 25%، لتغطية النفقات العامة.

شخصيات



AXEL GRIESCH/MPS

رئيس ماكس بلانك

انتُخِبَ مارتن ستراتمان (في الصورة) ـ وهو عالِم كيمياء في «معهد ماكس بلانك لأبحاث الحديد»، ومقره مدينة دوسلدورف في ألمانيا ـ في يوم 6 يونيو الماضي، بوصفه الرئيس القادم لـ«جمعية ماكس بلانك» ومقرها ميونيخ؛ وهي منظمة البحوث الأساسية غير الجامعية الأكبر في ألمانيا. وسيتولى ستراتمان ـ البالغ من العمر 59 عامًا ـ مهام منصبه في يونيو من العام القادم، ليحلّ محلّ عالِم الأحياء الإنمائي بيتر جروس، الذي ترأس «جمعية ماكس بلانك» منذ عام 2002. وتدير الجمعية أكثر من 80 معهدًا للبحوث في ألمانيا، بموازنة إجماليّة لهذا العام تقدَّر بحوالي 2 مليار يورو (2.6 مليار دولار أمريكي). وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/1jccau.

وفاة عالِم فيزيائي

توفي عالم الفيزياء النظرية كينيث ويلسون في 15 يونيو الماضي عن عمر يناهز 77 عامًا، حسبما أعلنت جامعة كورنيل في مدينة إيثاكا بنيويورك في العشرين من شهر يوليو الماضي. وبينما كان يعمل في جامعة كورنيل، فاز ويلسون بجائزة نوبل في الفيزياء لعام 1982 عن نظرياته التي تصف سلوك المادة عند نقاط حرجة في مراحل التحول؛ مثل التحول بين سائل وغاز. وقد ساعد أيضًا ـ بوصفه مؤيدًا لتعليم العلوم ـ على إنشاء «مجموعة أبحاث تعليم الفيزياء» بجامعة ولاية أوهايو في مدينة كولومبوس، حيث عمل من عام 1988 حتى تقاعده في عام 2008.

وفاة كيميائي بارز

أُعلن في يوم 14 يونيو الماضي عن وفاة جيروم كارل في وقت سابق من هذا الشهر، عن عمر يناهز 94 عاما. كان كارل قد تقاسم جائزة نوبل في الكيمياء لعام 1985، لقاء إسهامه في تطوير دراسة البلوريات بالأشعة السينية، وهو أسلوب يستخدم أنماط تشتت الأشعة السينية للكشف عن هيكل ثلاثي الأبعاد للجزيئات. وقد أدت أساليبه الرياضية إلى إحراز تقدم في فهم بنية ووظيفة العقاقير المكونة من جزيء صغير، وغيرها من المركبات الكيميائية المعقدة. وعمل كارل في «مختبر بحوث البحرية الأمريكي» ومقره واشنطن العاصمة، في المدة من 1944 حتى عام 2009.

أعمال

موقع تَوَاصُل علمي

جَمَعَ موقع تواصل مهني للباحثين مبلغ 35 مليون دولار أمريكي من مستثمرين، من بينهم المؤسِّس المشارك في شركة «مايكروسوفت» بيل جيتس.

كان موقع "ريسيرش جيت" ResearchGate ـ ومقره برلين ـ قد تأسَّس عام 2008 بواسطة اثنين من المتخصصين في الفيروسات. يُذكر الآن أنّ لديه أكثر من 2.9 مليون عضو. الموقع هو واحد من عدد من المواقع (تتضمن Academia.edu و Mendeley) التي تهدف إلى أنْ تكون بمثابة محاور لاتصال العلماء وتبادل المطبوعات.

وقد أعلن موقع "ريسيرش جيت" عن أحدث تمويل في 4 يونيو الماضي، لكنه امتنع عن الإفصاح عن حجم الاستثمارات التي جُمعت في جولتي تمويل سابقتين.

موقع «أسترا زينيكا»

سوف يضم حرم الطب الحيوي بجامعة كمبريدج في المملكة المتحدة مركزًا جديدًا للبحوث والتنمية، ومقرًّا جديدًا لشركة الأدوية العملاقة «أسترا زينيكا» AstraZeneca ـ ومقرها حاليًا في لندن ـ تبلغ تكلفتها 330 مليون جنيه إسترليني (509 ملايين دولار أمريكي).

وقد أعلنت الشركة عن موقعها الراقي في 18 يونيو الماضي، وذكرت أنها تتوقع أن يعمل 2000 موظف في المنشأة المصمَّمة لهذا الغرض بحلول عام 2016.

وكانت الشركة قد ذكرت في مارس الماضي أنها ستدمج فِرَقًا متعددة في المركز الجديد، بما في ذلك العاملين في مجال إجراء بحوث على جزيئات صغيرة ومنتجات حيوية، مع إنهاء عدة مئات من الوظائف في ظل هذه العملية.

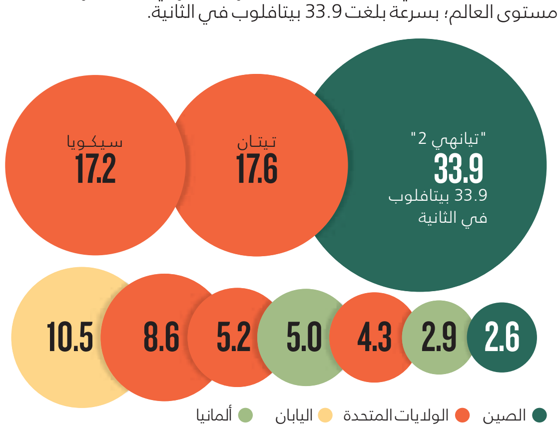
NATURE.COM
يمكنك الحصول على تحديثات الأخبار اليومية مباشرة على:
go.nature.com/news

مراقبة الاتجاهات

حاز الحاسب الصيني "تيانهي-2" المركزَ الأول في قائمة أسرع 500 حاسوب فائق في العالم، وفق ما أُعلن في 17 يونيو الماضي. وبتصنيعها "تيانهي-2"، الذي سيتم توظيفه في «مركز الحاسوب الفائق الوطني» في مدينة قوانجتشو، تستعيد الصين الصدارة التي أحرزتها لأول مرة في نوفمبر 2010. وعلى مدى السنوات العشرين الماضية، زادت مقدرة الحاسوب الفائق الرائد برتبة مقدار العدد العشري تقريبا كل ثلاث سنوات ونصف السنة؛ ومن المرتقب أن تبلغ إكسافلوب (10^{18} فلوب، أو 1000 بيتافلوب) بحلول عام 2019.

الصين تستعيد مرتبة أسرع حاسوب فائق

تم تطوير أجهزة الحاسوب الفائق التي تحتل المراكز العشرة الأولى من حيث المقدرة الحسابية في أربعة بلدان، ويُعَدّ الجهاز "تيانهي 2" أسرعها على مستوى العالم؛ بسرعة بلغت 33.9 بيتافلوب في الثانية.



SOURCE: WWW.TOP500.ORG

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أخبــار في دائرة الضوء

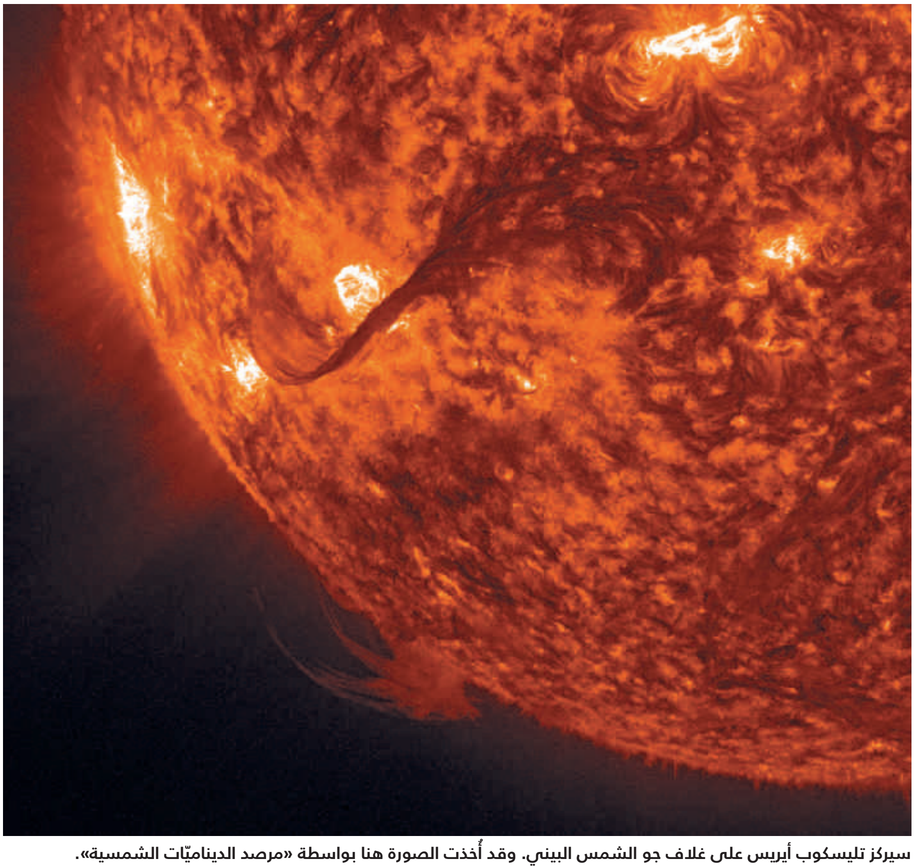
الكيمياء الكهربائية بطاريات الليثيوم-الكبريت تستفيد من المواد الجديدة **ص. 23**

علم الحيوان اختبار السرعة لفهود الشيتا البرّية **ص. 24**

فيزياء الجسيمات رباعي كواركات يفتح آفاقًا جديدة لدراسة المادة **ص. 26**



طائرات بدون طيار تستعد طائرات بدون طيّار للاقلاع، كأدوات للبحث العلمي **ص. 28**



GODDARD SPACE FLIGHT CENTER SCIENTIFIC VISUALIZATION STUDIO/SDO/NASA

سيركز تليسكوب أيريس على غلاف جو الشمس البيني. وقد أُخذت الصورة هنا بواسطة «مرصد الديناميّات الشمسية».

فيزياء الشمس

«نــاســا» توجِّه أنظــارها نحــو الشمــس

ترمي بعثة أيريس IRIS إلى تفحُّص الطبقة الكائنة بين سطح النجم وإكليله الوامض.

ألِكْزَندرا ڤيتزه

حظيت الشمس بأكبر اهتمام من الفلكيين. فالبقع الشمسية تتصب على سطحها أو كرتها الضوئية، ويثور هذا السطح بالتوهج الشمسي القوي. غلافها الجوي الخارجي، أو أكليلها، يومض بأقواس لعاب الشمس التي تعيِّنها خطوط الحقول المغناطيسية. وبين هاتين المنطقتين الآسرتين يقع رباط كروي لوني بسُمْك 1700كم ـ هو جوّ الشمس، أو الغلاف اللوني chromosphere ـ أُغفل بشكل كبير من قِبَل الفلكيين.

ويبدو أنّ هذه المنطقة قد حان وقت الانتباه إليها. فقد حددت وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» يوم 26 يونيو 2013 لإطلاق بعثة التصوير الطيفي للمنطقة البينية (IRIS) أو «أيريس»، بتكلفة تبلغ 181 مليون دولار. إنّ (عيون) أجهزة البعثة العاملة لالتقاط طيف الأشعة فوق البنفسجية

NATURE.COM
للمزيد حول أولويات الفيزياء الشمسية، انظر:
go.nature.com/vtioeg

ـ المصمَّمة لتتبع تدفق المادة والطاقة في جو الشمس chromosphere ـ ستساعد الفلكيين على استنباط كيفية ارتباط الكرة الضوئية بالإكليل، ولماذا تقفز درجة الحرارة بشكل مفاجئ من 6000° درجة مئوية على سطح الشمس إلى أكثر من مليون درجة مئوية عند الإكليل. يمثل جو الشمس «القطعة المفقودة من اللغز»، حسب قول بارت دي پونتيو Bart de Pontieu، القائد العلمي لبعثة أيريس بـ«مختبر لوكهيد مارتن للشمس والفيزياء الشمسية» في پالو ألتو، كاليفورنيا.

وكانت بعثات أخرى قد نظرت في جو الشمس من قبل، ومنها مرصد بالون المرتفعات العالية صن رايز2 (Sunrise2)، الذي هبط في 17 يونيو بعد خمسة أيام من الطيران في القطب الشمالي، لكن بعثة أيريس ستتموضع بشكل خاص فوق جو الشمس، وباستبانة مكانية وزمانية كبيرة أكثر مما لدى العديد من أسلافها.

ستلتقط أيريس صورًا كل خمس ثوانٍ، وترصد الطيف كل ثانية أو ثانيتين، وتكون قادرة على تمييز أجرام صغيرة، يقل عرضها عن 240 كيلومترًا. يقول سكوت ماكنتوش، الباحث المشارك بفريق أيريس بالمركز الوطني لأبحاث الغلاف الجوي في بولدر، كولورادو: «الديناميّات التي تراها ستكون مذهلة، عندما يكون لديك هذا المستوى من الاستبانة التحليلية المكانيّة والزمانيّة».

ستساعد هذه الاستبانة (التحليلية) الباحثين على رسم خريطة تفصيلية لنفاثات البلازما الصغيرة بحجم الإصبع، التي اكتشفت عام 2007. وباستخدام بيانات ومعطيات القمر الاصطناعي الياباني «هِنُود» Hinode، و«مرصد الديناميّات الشمسية» التابع لوكالة ناسا، تتبع دي پونتيو وزملاؤه «شويكات النوع الثاني» هذه التي توجِّه الكتلة والطاقة سريعًا خلال جو الشمس chromosphere، وتُعَدّ عاملًا مهمًّا في مسألة التسخين الإكليلي، لكنها تظهر وتختفي خلال دقائق، أسرع من أنْ يتوقعها أي شخص (B. de Pontieu *et al*. *Science* **331**, 55–58; 2011). يقول ألن تايتل، فيزيائي الشمس في لوكهيد مارتن، والباحث الرئيس بفريق بعثة أيريس: «فجأةً يصبح واضحًا أن هذا الفئة الجديدة من الأحداث كانت مهمة جدًّا في جميع أنحاء الشمس».

تم تصميم جهاز أيريس للتصوير الطيفي، وتليسكوبها الذي يبلغ قُطره 20 سنتيمترًا؛ لدراسة ظواهر سريعة التغير مثل هذه الشويكات. وبحسب الخطة المرسومة، تقلع المركبة الفضائية التي تحمل بعثة التصوير الطيفي للمنطقة البينيّة الشمسية (أيريس) من قاعدة القوات الجوية في ڤاندنبرج بجنوب كاليفورنيا، قبل أن ينطلق صاروخ بيجاسوس Pegasus ببعثة أيريس بقية الطريق ويضعها بعيدًا في الفضاء. ستحلق أيريس في مدار قطبي، يبعد 660 كيلومترًا فوق سطح الأرض، بحيث تواجه الشمس بشكل مستمر. وسيتم توجيه مجال رؤيتها الضيق إلى جزء صغير فقط من جو الشمس chromosphere (البيني): حوالي 1% فقط من قرص الشمس.

ويُتوقع الحصول على الضوء الأول بعد ثلاثة أسابيع من إطلاق البعثة، وسوف تصل البيانات العلمية بعد ذلك بعدة أسابيع. يقول ماكنتوش إن فريق أيريس يخطط أن تكون ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

البداية بالإجابة عن بعض الأسئلة التي طال انتظارها حول جو الشمس، أي من قبيل كم عدد الفوتونات التي تنبعث عندما ترتفع الشمس، وكم عددها عندما تسقط مرة أخرى، لتبرد وتتكثف على طول الطريق.

يقول تايتل إن أحد أسباب إرسال بعثة أيريس الآن، هو أن العمل على صياغة نماذج المحاكاة في العقد الماضي قد منح علماء الفيزياء الشمسية الثقة الكافية بأنهم يستطيعون فعلًا فهم البيانات التي سترد إليهم من بعثة استكشاف جو الشمس (البيني). يضم فريق البعثة اثنين من العلماء بناة نماذج المحاكاة التنبؤية، مثل ماتس كارلسُن ـ فيزيائي الشمس بجامعة أوسلو، بالنرويج ـ الذي قال إن معطيات بعثة أيريس ستساعده في فهم لماذا لم تأت نماذجه بالقدر الصحيح من التسخين الذي يصيب أعلى جو الشمس. يقول كارلسن: «أخيرًا لدينا بعض الأمل في أنْ نتمكن من فهم هذه الأمور بواسطة الجمع بين المحاكاة والأرصاد، أو المشاهدات».

ستبدأ المركبة الفضائية بعثتها في الوقت المناسب: فالشمس الآن في ذروة دورة نشاطها التي تستغرق إحدى عشرة سنة، رغم أن هذه الذروة أقل تأثيرًا من الذروة السابقة. وبقياس واحد للنشاط الشمسي ـ وهو مقدار الإشعاع المنبعث بواسطة العواصف الشمسية ليصل إلى الأرض ـ فإن مستوى النشاط الشمسي الأعلى حاليًا يبدو مماثلًا لمستوى النشاط الشمسي الأدنى الذي حدث في عام 1996، حسب ما ذكره دين پسنل، عالِم الفيزياء الشمسية بـ«مركز جودارد للطيران الفضائي» في جرينبِلت، بولاية ميريلاند.

يقول دي پونتيو إنه لا ينبغي بالضرورة أن تحلّق أيريس في فترة النشاط الشمسي الأعلى، لكنها ستكون نعمة كبيرة إذا حدث ثوران شمسي خلال عامي البعثة. إنّ أحد الأهداف العلمية لبعثة أيريس هو الحصول على فهم أفضل لكيفية إطلاق خطوط المجال المغناطيسي المتلوية عند سطح الشمس لاندلاعات كبيرة تنفث المادة والطاقة. وستكون أيريس قادرة على تتبع هذه الثورانات الشمسية الضخمة المتوجهة نحو الإكليل، لتربط بين مختلف النقاط خلال الأطوار المبكرة من دورة حياة الثوران الشمسي.

وهناك طريقة أخرى ليكون توقيت البعثة مبشِّرًا.. ففي نوفمبر، يُتوقع أن يمر مذنب أيزون ISON بالشمس عن قرب. وستكون أيريس ـ وبعثات شمسية أخرى ـ في وضع ممتاز لمشاهدة ذلك وهو يحدث، وقد تلتقط أحداثًا أخرى غير متوقعة. وهناك سابقة: ففي ديسمبر 2011، حلَّق مُذَنّب يدعى «لفْجوي» Lovejoy خلال الإكليل الشمسي، وفاجأ الفيزيائيين بالطريقة التي تموج بها الذيل متفاعلًا مع المجال المغناطيسي الشمسي. ■

البيئة البحرية

أنابيب طافية تختبر حساسية الحيـاة البحريـة

مختبرات المحيط تسبر تأثيرات ارتفاع حمضية مياه المحيط في النظم البيئة.

خريستو بويتشيف

ليس الاحترار العالمي النتيجة الوحيدة المقلقة لتزايد انبعاثات الكربون. فكلما زادت مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي؛ زاد ذوبان الغاز في المحيطات، مما يجعل مياهه أكثر حمضية. ويخشى علماء البحار من أن تلك الظروف قد تُخِلّ بالنظم البيئية بتثبيط ـ مثلًا ـ قدرة بعض الكائنات البحرية على بناء أصداف أو محارات. إنّ التأثيرات غير واضحة حتى الآن: ففي اختبارات مخبرية محدودة النطاق، أثبتت بعض الأنواع مرونةً مدهشة، بل ازدهر بعضها.

يقول عالِم الأحياء البحرية أولف ريبزيل إنّ هذه النتائج لا تخبرنا إلا بجزء من القصة، فالعلماء بحاجة إلى توسيع نطاق دراساتهم، والنظر في النظم البيئية بكاملها. وبحسب ريبزيل، تتجاهل دراسات المختبر لأنواع معزولة متغيرات معينة، مثل التنافس، والافتراس، والمرض. ويمكن حتى لتأثيرات التحمض الثانوية في لياقة أنواع مفردة ـ خاصة كائنات البناء الضوئي الصغيرة كالعوالق النباتية ـ الإخلال بسلاسل الغذاء، مما يضر في نهاية المطاف بالأنواع الأكبر. يقول ريبزيل: «إذا ركزت فقط على نتائج المختبر؛ فقد ضللت».

طوّر ريبزيل وزملاؤه ـ بمركز جيومار هيلمهولتز لأبحاث المحيط GEOMAR Helmholtz في كيل بألمانيا ـ بيئات مبتكرة للتجارب، هي عبارة عن أكياس بطول 20 مترًا، معلّقة في المحيط، تتضمن نظمًا بيئية بأكملها، وتتيح قياس التأثيرات الناجمة عن ارتفاع مستوى ثاني أكسيد الكربون. وتشير بواكير النتائج المنشورة هذا العام إلى أن بعض عوالق المحيط تزدهر في البيئات الحمضية، ويمكنها أن تعيث فسادًا في سلاسل الغذاء[1]. وهناك تجربة أخرى انتهت في يوليو 2013، تشير دلائلها الأوليّة إلى أن قواقع وقنافذ البحر عرضةٌ لأضرار التحمض.

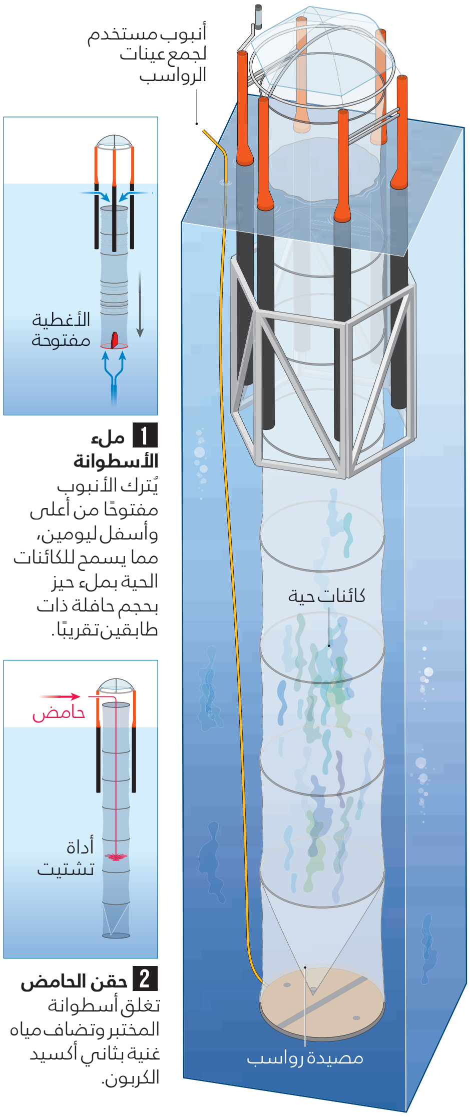
استلهم المشروع فكرته من نظرائه على اليابسة، حيث تُحَوّل مساحات من الغابات إلى شبه حمامات تفيض بانبعاثات ثاني أكسيد الكربون لدراسة تأثيراتها على حياة النبات (انظر: *Nature* **496**, 405-406; 2013). بالنسبة إلى البحر، شيَّد ريبزيل وزملاؤه برزخًا للتربية البينية، أو (mesocosms)، وهي أسطوانات طافية من بلاستيك رقيق تعمل كأنابيب اختبار عملاقة[2]. عندما وُضِعت للمرة الأولى في المياه، تُركت الأكياس مفتوحة من أعلاها وأسفلها، مما يتيح لمئات الأنواع الصغيرة بالدخول إليها. وبعد عدة أيام، أُغلقت وضُخَّت إليها مياه حمضية (انظر: «مختبر بحري»). وعلى مدار شهور وأسابيع، قام الباحثون بقياس أحوال النظم البيئية في الداخل، ومقارنتها بنظيراتها في الأكياس (الأسطوانات) غير المعالجة بالمياه الحمضية.

كان تحقيق هذه الفكرة البسيطة تحديًا. فقد بدأ العلماء في 2006 بنموذج أوّلي، يطفو بحُرِّية في بحر البلطيق، وقد طفا فعلًا بشكل جيد للغاية: فقد حملته التيارات طويلًا، وبسرعة أكبر من المتوقع، وكان على العلماء مطاردته بسفينة أبحاث. وبعد يومين فقط، بلغوا المياه السويدية، حيث لم يكن معهم تصريح يتيح لهم إجراء أبحاث فيها. وعندما حاولوا استعادة أسطواناتهم، انكسرت وتداعت.

أجرى أعضاء الفريق أول تجربة ناجحة له في عام 2010، مستخدمين تصميمًا أخف وزنًا، وكان راسيًا بمكان ما بأرخبيل سڤالبارد النرويجي القطبي. وجد الباحثون أنه مقارنة بأسطوانات الضبط، أنتجت الأسطوانات الحامضة كمية أقل من كبريتيد ثنائي الميثيل[3]، وهو غاز يساعد على تكوين سحب تعكس ضوء الشمس، ويمكنها تحييد تأثير احترار المناخ. لم يكن ريبزيل متيقنًا من سبب التغير؛

مختبر بحري

يختبر العلماء تأثيرات تحمض المحيط على مستوى النظم البيئية في أسطوانة بلاستيكية بحجم 55 مترًا مكعبًا.

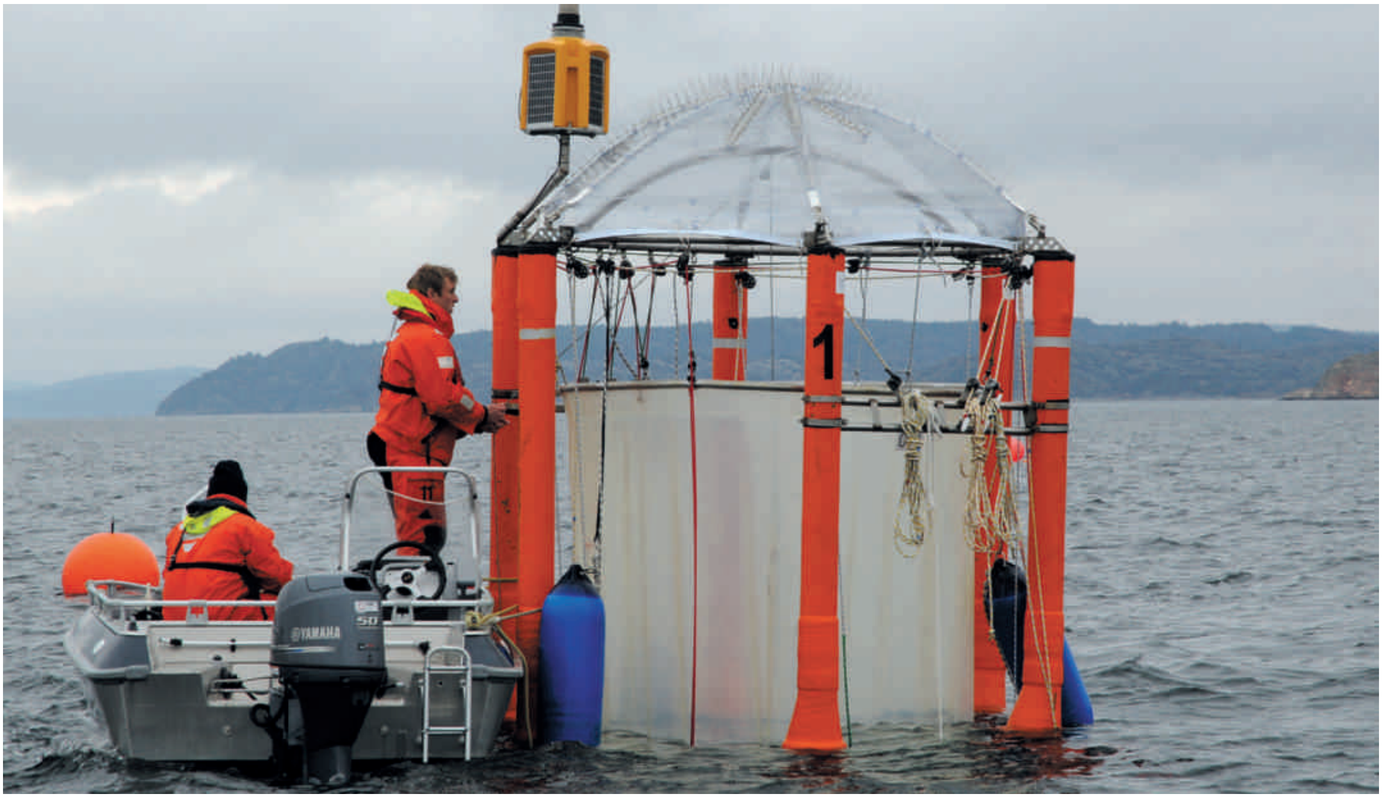


1 ملء الأسطوانة
يُترك الأنبوب مفتوحًا من أعلى وأسفل ليومين، مما يسمح للكائنات الحية بملء حيز بحجم حافلة ذات طابقين تقريبًا.

2 حقن الحامض
تغلق أسطوانة المختبر وتضاف مياه غنية بثاني أكسيد الكربون.

JASIEK KRZYSZTOFIAK/NATURE; SOURCE: REF. 2

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



يعلق الباحثون أكياسًا بطول 20 مترًا في المضيق السويدي لتضم نظمًا بيئية بأكملها قيد الدراسة.

فهو يظن أن العوالق في الأسطوانة ربما تنتج غازًا أقل، أو أن الماء الحامض قد يؤثر على ثبات الغاز.

والعوالق النباتية الصغرى ـ وهي أصغر كائنات التمثيل الضوئي ـ ظهر أنها تنمو بشكل أفضل في الأسطوانة الحمضية[1]، بينما تدهورت الدياتومات، وهي طحالب كبيرة من أهم منتجي الكتلة الحيوية في المحيط. هذا التغير قد يعني أن المغذيات التي يجري تدويرها بين العوالق النباتية الصغرى أكثر من التي تصل الحيوانات الأكبر، كالسمك. في الواقع، تشير النتائج الأولية لتجارب أجريت مؤخرًا إلى أن يرقات قنافذ البحر وقواقع ستروميبداي نجت بالكاد في الأسطوانات الحامضية. ومع ذلك.. يعتقد العلماء أن نوعية الغذاء ربما لم تكن السبب الرئيس في هذا الموات؛ وقد يكون هناك دور لمسببات الأمراض ومشكلات تكوين المحارات.

تقول أدِنا بيتان ـ عالِمة المحيطات بجامعة كاليفورنيا، بسانتا كروز ـ إن عمل ريبزيل «يملأ فجوة مهمة بين عمل المختبر والدراسات الميدانية، وقد دفع بهذا المجال البحثي قُدُمًا». تنتهج بيتان مقاربة مختلفة فيما يتعلق بتأثيرات التحمض، حيث تقوم بدراسة «الأسطوانات الطبيعية» لبيئات برزخية أخرى، هي ينابيع مياه تحت سطح البحر قبالة ساحل المكسيك تُثري مناطق ثاني أكسيد الكربون.

يقول ريبزيل إن هذه المناطق تمثل مختبرًا جيدًا لدراسة الحشائش البحرية الثابتة، وليس الكائنات حرة الحركة. وتشير بيتان ـ بدورها ـ إلى مشكلات بأسطوانات ريبزيل: فمثلًا، الجدران البلاستيكية للأسطوانات تصفي الضوء من الأشعة فوق البنفسجية، مما يزيل مسببًا طبيعيًّا لإجهاد كائنات التمثيل الضوئي. كما أن هذه الأنابيب (الأسطوانات) غير منفذة، وبالتالي تستنفد المواد الغذائية في المياه، والتجارب تدوم أشهر قليلة فقط. ورغم ذلك، تقول بيتان: «ما زلنا نتعلم كثيرًا من هذه التجارب».

استخدمت تجارب هذا العام ـ بمضيق جولمار فيورد السويدي ـ خمس أسطوانات ضابطة للمقارنة، وخمس أخرى زيدت حموضتها لمستويات مرتبطة بتركيزات ثاني أكسيد الكربون المتوقعة في الغلاف الجوي بحلول عام 2100. وكان من المقرر أن تنتهي التجربة في شهر يوليو المنصرم، بعد ستة أشهر من العمل ـ وهو أطول وقت لتجارب الأسطوانات حتى الآن ـ رصد الباحثون أثناءها ازدهارًا طبيعيًّا للعوالق النباتية.

يبدو ريبزيل وفريقه مرتاحين لاستخدام أسطواناتهم بحسبانها هجينًا من بيئة المختبر (تحت الضبط والمقارنة) والبيئة الطبيعية المفتوحة. وقد أدخل بيض السمك إلى النظم البيئية قيد الدراسة للمرة الأولى، ويستخدم ماتياس شْينين ـ عالِم الأحياء البحرية بمركز «جيومار» ـ الأكياس لاستكشاف الانتخاب الطبيعي. وبتتبُّع وفرة السلالات المستقلة من الدياتومات ـ التي يمكنها اجتياز مئات الأجيال في أشهر قليلة ـ يأمل شْينين في التعرف على السلالات التي ازدهرت في البيئات الحامضية. وسيقوم الباحث بتمحيصها وغربلتها؛ للوقوف على الجينات المسؤولة، بحثًا عن معدلات التكيف وآلياته.

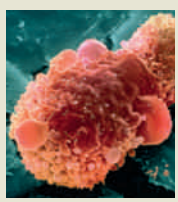
لقد مرت المحيطات بأحداث تَحَمُّض كبرى أثناء تغيُّر المناخ في الماضي السحيق. وبتسارع التطور، يريد شْينين الحصول على لمحة عن مستقبلها. يقول شْينين: «لديَّ بعض الأمل في أنّ التطور يمكنه مساعدة الحياة البحرية للتعامل مع التحمُّض»، ويردف بقوله: «إنها ليست أول مرة ينبغي عليها أن تجتازه». ■

1. Brussaard, C. P. D. *et al. Biogeosciences* **10,** 719–731 (2013).
2. Riebesell, U. *et al. Biogeosciences* **10,** 1835–1847 (2013).
3. Archer, S. D. *et al. Biogeosciences* **10,** 1893–1908 (2013).

MAIKE NICOLAI/GEOMAR

المزيد أونلاين

الخبر الرئيس



دراسة تظهر كيفية استئصال الموجات الزائفة في مسوح الجينات المنخفضة في السرطان **go.nature.com/y7mev5**

STEVE GSCHMEISSNER/SPL

أنباء أخرى

● كذاب معترف ينشر عملًا إضافيًّا حول الخلايا الجذعية **go.nature.com/otkh5e**

● خبراء الأسلحة الكيميائية يدعمون شكوى ضد سوريا **go.nature.com/zk268h**

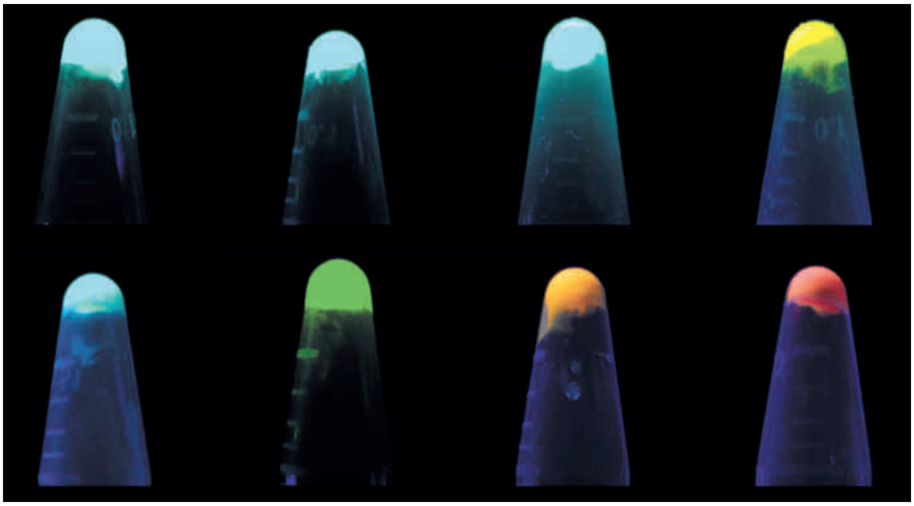
● الذوبان تحت الجرف الجليدي جزء رئيس من فقدان الجليد بالقطب الجنوبي **go.nature.com/uwahaa**

بودكاست «نيتشر»



نيازك المريخ، وحاسوب موجة-D الكمي، وكيف استطاعت فئران الخلد العارية هزيمة السرطان **go.nature.com/nature/podcast**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



بعض البروتينات الفلورية المُخَلّقة بواسطة شركة DNA2.0 متاحة الآن مجانًا للباحثين.

التكنولوجيا الحيوية

المهندسون الحيويُّون ينظرون إلى أبعد من براءات الاختراع

شركة بيولوجيا تخليقية تدفع نحو نماذج مفتوحة المصدر.

هايدي ليدفورد

عندما احتاجت شركة «دي إن إيه 2.0» DNA2.0 ـ وهي شركة لإنتاج جينات جاهزة التحضير ـ أن تجري بضع تجارب روتينية باستخدام بروتين فلوري، اضطر محاموها أن يفحصوا أكثر من ألف براءة اختراع متعلقة باستخدام هذا البروتين. قررت الشركة ـ التي يقع مقرها في مينلوبارك، كاليفورنيا ـ أن تتجنب الخوض في أدغال القوانين بتصميم وإنتاج عشرات البروتينات الفلورية من الصفر، لكنها اقتنعت بأن شيئًا ما يجب أن يتغير.

ففي شهر يونيو الماضي، أودعت الشركة تتابعات جينات تُرَمِّز ثلاثة من بروتيناتها الفلورية في مجموعة مفتوحة المصدر لوصفات قِطَع من الحمض النووي، وهي لبنات بناء جزيئية تُستخدم لتحوير الكائنات الحية ـ غالبًا ما تكون بكتيريا ـ للقيام بوظائف محددة. وتعهدت الشركة بعدم المطالبة قانونيًّا بحقوق براءات الاختراع من أي شخص يستخدم تلك التتابعات.

وتُعتبر مثل تلك الخطوات غير معتادة بين شركات التكنولوجيا الحيوية الكبرى، التي تنزع إلى حماية براءات اختراعاتها بشراسة، لكن بالنسبة إلى شركة DNA2.0، فكان هذا اختيارًا استراتيجيًّا كما قال كليز جوستافسون، المسؤول التجاري الأول بالشركة. يهدف علماء البيولوجيا التخليقية إلى جلب مبادئ هندسية؛ لتطبيقها على التعديلات الجينية. ويتوقف نجاح هذا المجال على تخليق قطع قياسية يستطيعون إلحاقها بطرق يمكن التنبؤ بنتائجها.

تريد شركة DNA2.0 أن تبتدع حوافز لشركات البيولوجيا التخليقية الأخرى لتصميم كائنات حية مخصوصة، تستطيع شركة DNA2.0 توليف قطع لها. يقول جوستافسون: «لدينا العديد من العملاء في شركات التكنولوجيا الحيوية الصغيرة. وتمثل حالة الملكية الفكرية بالنسبة إليهم كابوسًا حقيقيًّا».

كان تخفيف تلك الحالة نقطة رئيسة للمناقشة في الاجتماع الدولي السادس للبيولوجيا التخليقية، الذي عُقد في لندن بمبادرة من مؤسسة «لَبِنات بيولوجية» BioBricks، وهي مؤسسة غير ربحية، مقرها كمبريدج، ماساتشوستس. وفي حين تزداد نزاعات براءات الاختراع سخونةً في بعض قطاعات هذه الصناعة، يقلب علماء البيولوجيا التخليقية الرأي حول بدائل، كحقوق الطبع والنشر، وهي أكثر وضوحًا من سجلات براءات الاختراع والأجزاء مفتوحة المصدر.

يقول درو إندي ـ عالِم البيولوجيا التخليقية بجامعة ستانفورد بكاليفورنيا ـ إنّ إتاحة الوصول للمُركَّبات الجزيئية المتثبت منها أمرٌ حاسم لنجاح هذا المجال. ويقول أيضًا إن علماء البيولوجيا التخليقية يشبهون مهندسي البرمجيات، حيث الشفرة الجينية هي لغة البرمجة لديهم. وقد فضَّلت صناعة البرمجيات أن تسلك مناهج المصدر المفتوح وحماية حقوق الطبع والنشر، لأن وتيرة اختراعاتها سريعة؛ بما لا يتيح تحصيل البراءات. ينطبق الأمر نفسه على البيولوجيا التخليقية، فإذا أُلحقت بكل لَبِنة بناء جيني براءة اختراع، سينتهي الأمر بعلماء الهندسة الخلوية إلى مناقشة حقول ألغام قانونية. شركات قليلة ستقاضي عالِمًا انتهك براءة اختراع في سياق بحث أكاديمي، لكن شركات البيولوجيا التخليقية الفتيّة ستكون عرضة للملاحقة القانونية.

منذ سنتين، استعارت مؤسسة «لَبِنات بيولوجية» عناصر من حركة البرمجيات مفتوحة المصدر؛ لوضع اتفاق عام لمصممي قِطَع البيولوجيا التخليقية، إلا أن السبعمئة وثماني قطع الموجودة حاليًا بمجموعة المصدر المفتوح لدى «لبنات بيولوجية» جاءت من ثلاثة متبرعين فقط: شركة DNA2.0، وشركة إندي وجينكو BioWorks، وشركة أخرى للبيولوجيا التخليقية في بوسطن، ماساتشوستس. ولا يزال الاستخدام التجاري لبعض القِطَع الأكثر أهمية مُغلقًا بالقفل والمفتاح بواسطة الصناعة أو المختبرات الأكاديمية.

يقول مارك فيشر ـ المحامي بمجال حقوق الطبع والنشر بمكتب دوين موريس للمحاماة في بوسطن، ومهندس أساسي لاتفاقية «لَبِنات بيولوجية»، وساعد أيضًا في صياغة رائدة لاتفاقات البرمجيات مفتوحة المصدر ـ إنّ من السابق لأوانه الحكم على المشروع. ويقول أيضًا إن مساهمة شركة DNA2.0 في سجل المصدر المفتوح مؤشر على أن الحركة آخذه في الإقلاع. ويضيف: «إننا نشهد الآن بزوغ فجر تحقيق ذلك الحدث المهم».

أدى الدفع نحو المصادر المفتوحة في البيولوجيا التخليقية إلى إحياء الحديث عن إخضاع تتابعات الحمض النووي المعدلة لحقوق الطبع والنشر. تحمي حقوق الطبع والنشر بعض الأعمال من إعادة إنتاجها دون إذن، لكن للمستخدمين أن يعدلوا تلك الأعمال بدرجة ملموسة. بدأت الولايات المتحدة منح تلك الحماية لبرامج الحاسوب في ستينات القرن الماضي.

تخطط شركة DNA2.0 لاستكشاف إمكانية إدخال تتابعات الحمض النووي في هذا الإطار. وفي العام الماضي، التمست الشركة حماية حقوق الطبع والنشر الأمريكية لتتابع الحمض النووي لأحد بروتيناتها الفلورية الخضراء، دون جدوى، لكنها تقدمت باستئناف. يقول كريستوفر هولمان، أستاذ القانون بجامعة ميسوري، كنساس سيتي، ويعمل مع شركة DNA2.0، إن خطتها هي متابعة هذا الاستئناف، حتى يتم سماع القضية في المحكمة.

يقول إندي إن حقوق الطبع والنشر هي أرخص وأسهل بدائل براءات الاختراع. والمعلوم أن تسجيل هذه الحقوق يكلف 35 دولارًا فقط، مقارنةً بمئة ألف دولار تذهب كرسوم قانونية ومصاريف إدارية، تقول شركة DNA2.0 إنها تدفعها لكل طلب تتقدم به لتسجيل براءة اختراع، لكن لدى إندي مخاوف حول مدة حماية حقوق الطبع والنشر التي قد تستمر حتى 120 عامًا، مقارنةً بعشرين عامًا فقط لبراءة الاختراع.

وحسب تصريح جوستافسون.. لا تزال براءات الاختراع مفيدة لبعض الاختراعات. وستستمر شركة DNA2.0 في تسجيل براءات اختراع لمنتجاتها من الجينات والبروتينات المعدلة وراثيًّا. ويقول: «إننا نلعب وفق نظام واحد مثل الجميع، لكننا نريد أيضًا أن نزيد من حجم سوقنا». ■

DNA2.0

المزيد أونلاين

سؤال وجواب



OFFICE OF CHIEF SCIENCE ADVISER

حوار مع مستشار نيوزيلندا للعلوم حول التحديات الأساسية التي تواجه مسيرة البحث العلمي. go.nature.com/oigjfx

أخبار

- رحيل مركبة الفضاء Voyager 1 - ولكن ليس بالكامل - من النظام الشمسي. go.nature.com/mugdvh
- يمكن لأشعة الضوء الملتوية بأشكالها المختلفة زيادة سرعة الإنترنت. go.nature.com/vyxfgf
- يوضح تتبع مسار المياه كيف تلتئم الصدوع الأرضية. go.nature.com/b1la4e

بودكاست «نيتشر»



تعرف على آخر حلقات البث الإذاعي المجانية لـ«نيتشر» على الرابط التالي: go.nature.com/ht2qm2

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الكيمياء الكهربائية

عودة الاهتمام بالكبريت في تصميم البطاريات

بطاريات الليثيوم-الكبريت تستفيد من المواد الجديدة.

ريتشارد ڤان نوردن

أحد أنواع البطاريات الذي اقتُرِح لأول مرة في ستينات القرن العشرين يجتذب الآن موجة جديدة من الاهتمام، حيث يبحث العلماء والمهندسون عن سبل تمديد مدى المركبات الكهربائية.

النظام المخضرم المقصود هو بطارية الليثيوم–الكبريت، التي عادت إلى دائرة الاهتمام من جديد، لأن عيوب بطاريات ليثيوم–أيون منخفضة السعة وباهظة التكلفة غدت أوضح من أي وقت سبق. وخلال العامين الماضيين، تجمعت قطرات الأبحاث المنشورة لتصبح موجة (انظر: «حمى أبحاث الليثيوم–الكبريت») مع تغلب العلماء على ما كانت سابقًا عقبات كؤود، وجذب هذا المجال تمويلًا أكثر.

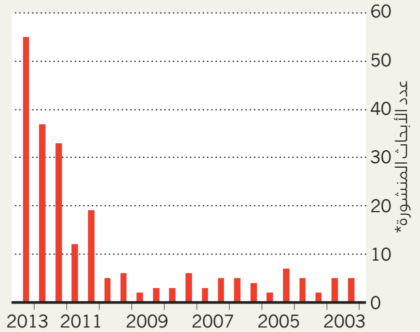
يقول الكيميائيون إن وراء هذا الزخم ما يبرره. ورغم أن الباحثين يَحْذَرون التأكيد المفرط لأهمية بطارية الليثيوم–الكبريت، إلا أن إلياس بيلهارُوَك ـ عالِم المواد الباحث في البطاريات بمختبر أرجون الوطني في إلينوي ـ يقول: «نعتقد أن [بطارية] الليثيوم–الكبريت هي الطريق الذي ينبغي سلوكه». تقول ليندا نَزَار ـ كيميائية تَدرُس بطاريات الليثيوم–الكبريت بجامعة ووترلو بأونتاريو، كندا ـ إن «هناك معطيات واعدة من عدة مختبرات أبحاث مختلفة. وبعض المقاربات نجحت بالفعل».

إنّ بطاريات ليثيوم–أيون، أو أيونات الليثيوم، كما يشير اسمها، تنقل أيونات الليثيوم من قطب كهربائي إلى آخر، بينما تدفع بالإلكترونات حول دارة خارجية. وتحسين كثافة الطاقة بذلك النظام يعني إيجاد مادة يمكنها حمل ليثيوم أكثر. فقبل عقود خلت، تم اختيار الكبريت مرشحًا واعدًا[1]. فهو رخيص التكلفة، ومتوافر، ويستطيع كذلك الارتباط بعدد كبير من أيونات الليثيوم. ونظريًّا، يمكن لبطارية، قطبها الموجب (الأنود) من فلز الليثيوم، وقطبها السالب (الكاثود) كبريتي الأساس أن تحمل خمسة أضعاف كثافة الطاقة التي تحملها البطاريات المستخدمة حاليًا، حيث يتم الإمساك بأيونات الليثيوم (غير المترابطة كيميائيًّا) ضمن مسامات كلٍّ من أقطاب الكربون وأقطاب أكاسيد الفلزات (انظر: «المقارنة بين البطاريات»). ويُترجم ذلك إلى مدى أكبر للمركبات.

وحتى الآن لم يتمكن أحد من الإنتاج التجاري لبطارية من الليثيوم–الكبريت، تؤدي عملها جيدًا أكثر من بضع عشرات من دورات الشحن، حيث إن مشكلاتها كثيرة: فالكبريت لا يوصل الأيونات جيدًا، لذلك يصعب تحريك الليثيوم عبر الكبريت بشكل يتيح استغلال القطب السالب (الكاثود) الكبريتي بأكمله. وحينما تبدأ أيونات الليثيوم في الترابط مع ذرات الكبريت، فإنها تُكوِّن مركبات ذوّابة ـ كبريتيدات متعددة ـ تذوب في الإلكترولايت (سائل تنتقل عبره الأيونات). ونتيجة لذلك.. يتفتت إلكترود الكبريت بصورة تدريجية، كما تفقد البطارية سعتها كلما أعيد شحنها. كذلك، لدى قطب فلز الليثيوم قابلية للتفاعل، رغم أن بعض الشركات ـ مثل بولي–بلس PolyPlus في بيركلي، كاليفورنيا ـ قد اخترعت عدة مواد لحمايته.

حمى أبحاث الليثيوم-الكبريت

عدد الأبحاث المنشورة حول بطاريات الليثيوم-الكبريت في ازدياد سريع.



* ويب أوف ساينس، نتائج البحث عن مصادر أو عناوين تستخدِم تعبير «الليثيوم–الكبريت».

حاليًا، بعض هذه العقبات في طريقها للزوال. ففي 2009، أظهر مختبر ليندا نزار كيف يمكن ربط ذرات الليثيوم بذرات الكبريت ـ على نحو أوثق ـ بتثبيت الكبريت داخل شبكة كثيفة من ألياف الكربون، تفصل بينها بضع نانومترات[2]. كذلك ساعد تغليف هذه البنى ذاتها ببوليمرات مُحِبَّة للماء في اصطياد منتجات الكبريتيدات المتعددة. ومنذ ذلك الوقت، سجلت مئات الأبحاث المنشورة طرقًا متصلة بهيكلة القطب؛ ليكون أداؤه أكثر كفاءة.

في يناير الماضي، أعلن يي كوي وفريقه ـ بجامعة ستانفورد، كاليفورنيا ـ أن كتلًا كبريتية محفوظة داخل أغلفة من ثاني أكسيد التيتانيوم ـ مثل صفار بيض تحميه قشرة بيض مسامية ـ حافظت على 70% من سعتها التخزينية بعد 1000 دورة شحن[3]. وفي وقت مبكر من شهر يونيو الماضي، أعلنت مجموعة شينجدو ليانج ـ بمختبر أوك ريدج الوطني الأمريكي في تينيسي ـ عن مادة صلبة جديدة أساسها الكبريت، توصل أيونات الليثيوم[4]. يقول ليانج إنه لم تعد هناك حاجة إلى إلكترولايت سائل، مما يزيل مشكلة الكبريتيدات المتعددة الذوَّابة بأسرها، وربما يؤدي إلى تكوين نظام أكثر أمانًا.

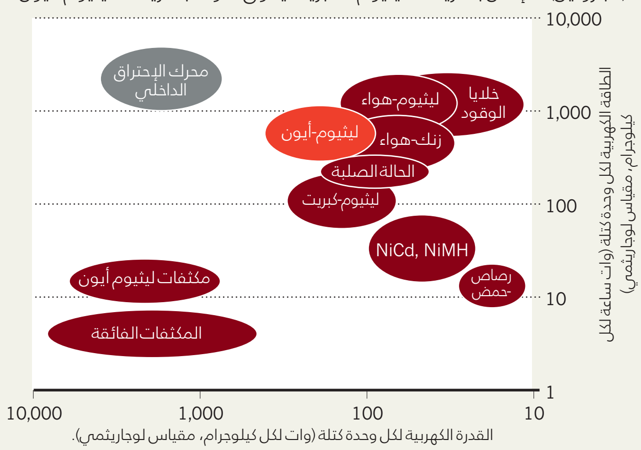
يقول جيه أكافيه ـ ويعمل بشركة البطاريات ألتيرنانو Altairnano في رينو، نيفادا ـ إن نتائج ليانج «اختراق كبير»، مع أن باحثين آخرين يخالفونه الرأي. ويجادل ستيفن ڤيسكو ـ الرئيس التنفيذي لشركة بولي–بلس ـ بأن مُرَكّب ليانج الجديد ـ الذي تتدلى فيه سلاسل كبريت طويلة من جزيء فوسفوري–كبريتي ـ لن يتحمل مئات من دورات الشحن.

ومؤخرًا، بدت شركات الليثيوم–الكبريت الصناعية متفائلة أيضًا. ففي شركة بولي–بلس، يقول ڤيسكو إن مادة الليثيوم الواقية التي طورتها شركته تدفع قُدمًا ببطاريات تدوير أيونات الليثيوم عبر ماء البحر، لكن ليس لعدد كبير من الدورات. تضم الشركات الأخرى الدؤوبة شركة سيون باور Sion Power في توسان، أريزونا (تملكها جزئيًّا شركة الكيمياويات الألمانية «باسفBASF»)، وكذلك شركة أوكسس إنرجي Oxis Energy، الموجودة بمركز كلهام للعلوم في أبينجدون، بالمملكة المتحدة. في العام الماضي، أعلنت هذه الشركات الثلاث بشكل منفصل عن استثمارات جديدة، يبلغ مجموعها 90 مليون دولار، جاءت 15 مليون دولار منها منحًا حكومية فيدرالية. كما ستأتي زيادة تمويلية أخرى من محور جديد بوزارة الطاقة الأمريكية ـ هو المركز المشترك لخزن الطاقة، ومركزه في أرجون، إلينوي ـ يهدف الى زيادة قدرة البطاريات بخمسة أضعاف، وتقليل كلفتها بنسبة 80% خلال خمسة أعوام. خُصصت لهذا المركز 120 مليون دولار لتوزيعها كمنح أبحاث، لكنه لا يركز فقط على بطارية الليثيوم–الكبريت.

ويُرجح أن تكون مبيعات النماذج الأولية الأولى من البطاريات الجديدة لأسواق الجيش والدفاع، لاستخدامها في تطبيقات بذاتها، كالطائرات العسكرية بدون طيار، حيث كثافات الطاقة العالية والسلامة النسبية أهم من آلاف دورات الشحن التي تتطلبها المركبات الكهربية التجارية. ولا يتوقع الباحثون أن يروا بطاريات الليثيوم–الكبريت التجارية قبل نهاية هذا العقد. وقد تكون الهيكلة النانوية الحاذقة ـ والناجحة مخبريًّا ـ مقترحًا أبهظ من أن يصلح للصناعة. إنّ هذا المجال يعاني من الصخب الزائد، فغالبًا ما تُغفِل الاكتشافات الأكاديمية تفاصيل مهمة ـ مثل تيارات البطارية ـ لتبرز رقمًا أو رقمين مثيرين للإعجاب. تقول ليندا نزار: «نحتاج إلى جهود متضافرة؛ لكي نتأكد من خضوع البطاريات لمعايير قياسية واحدة، بحيث نقارن بين ذات الأشياء حينما ننشر بياناتنا».

المقارنة بين البطاريات.

ما من بطارية بمقدورها التفوق على كثافة وقدرة الطاقة التي يولدها البترول (الجازولين)— إلا أن بطاريات الليثيوم–الكبريت يفوق أداؤها بطاريات الليثيوم–أيون.



SOURCES: J. POWER SOURCES, JM ENERGY, LUX RES.

وبرغم ما سبق، إلا أن الكبريت يتقدم على تصاميم البطاريات المستقبلية الأخرى، مثل بطارية الليثيوم–الهواء ذات كثافة الطاقة العالية، وتتقيد فيها أيونات الليثيوم إلى الأكسجين الممتص من الغلاف الجوي. في هذه البطارية، تصعب استعادة الأيونات من أجل إعادة الشحن، كما تكون البطارية عرضة للتسمم بغازات الغلاف الجوي الأخرى.

تقول ليندا نزار إنّ العلماء في ذلك المجال ما زالوا يتعرفون على المشكلات. ■

1. Yamin, H., Gorenshtein, A., Penciner, J., Sternberg, Y. & Peled, E. *J. Electrochem. Soc.* **135,** 1045–1048 (1988).
2. Ji, X., Lee, K. T. & Nazar, L. F. *Nature Mater.* **8,** 500–506 (2009).
3. Seh, Z. W. *et al. Nature Commun.* **4,** 1331 (2013).
4. Lin, Z., Liu, Z., Fu, W., Dudney, N. J. & Liang, C. *Angew. Chem. Int. Edn* http://dx.doi.org/10.1002/anie.201300680 (2013).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


KRYS GOLABEK

تستطيع الفهود أن تصطاد بنجاح في البيئات المفتوحة، والبيئات النباتية الكثيفة.

علم الحيوان

اختبـار السرعـة لفهود الشيتـا البَرِّيَّة

أطواق متطورة تكشف ردود أفعال الحيوان السريعة، وقدرته الاستثنائية على التسارع.

مات كابلان

بين الأشجار المتشابكة يجثم فهد الشيتا رابضًا في وضع الاستعداد، منتظرًا لحظة الانقضاض على فريسة. فعندما يضل ظبيٌ صغير طريقه، مبتعدًا قليلاً عن القطيع، ينقضّ فهد الشيتا من وراء الأشجار، بسرعة منقطعة النظير في عالم الطبيعة، ليصرع فريسته، أو وجبته القادمة.

هكذا افترضنا.. لكن أول دراسة أجريت لجمع معلومات حول حركات الحيوانات في البرّية كشفت أن محض سرعة الفهد الشديدة ـ بخلاف الرأي الشائع ـ ليست سلاحه الوحيد عندما يتعلق الأمر بالصيد. فنجاحه كحيوان مفترس يعتمد أيضًا على ردود أفعاله بالغة السرعة، وقدرته على زيادة عجلة سرعته بشكل يفوق سيارة السباق «فيراري».

إن تحديد سرعة الحيوانات ليست مهمة سهلة. ففي حدائق الحيوان، تصل سرعة الفهود الأسيرة التي يتم إغراؤها بالجري ـ في خط مستقيم ـ إلى 29 مترًا في الثانية، أي حوالي 105 كيلومترات في الساعة (N.C.C. Sharp *J. Zool.* **241**, 493-494; 1997)، وهو ما يتجاوز ضعف أقصى سرعة حققها أيّ عَدَّاء بشري، لكن لا أحد يستطيع تحديد ما إذا كانت تلك الحيوانات تصل إلى هذه السرعات في البرّية، أم لا.

وباستخدام أطواق إلكترونية خفيفة الوزن، تعمل بالطاقة الشمسية، ومتصلة بنظام تحديد المواقع العالمي (GPS) وتقنيات قياس القصور الذاتي، قام فريق بقيادة ألن ويلسون ـ من الكلية الملكية للطب البيطري في لندن ـ بتتبع ورَصْد دقيق لفهود الشيتا البرّية أثناء قيامها بعملية الصيد.

قام الفريق أولًا باختبار دقة الأطواق على كلب، من خلال إطلاق العنان له على أحد الشواطئ. بهذه الطريقة، أمكن مقارنة المعلومات التي تم جمعها من الأطواق الإلكترونية بآثار الأقدام التي خلّفها الكلب وراءه في الرمال؛ للتحقق من دقتها. وأثبتت الأطواق دقتها المدهشة، حيث تصل دقتها إلى مستوى 20 سنتيمترًا.

ثم سافر الباحثون بعد ذلك إلى إقليم دلتا أوكاڤانجو في شمال بوتسوانا، واستخدموا طلقات مُخدِّرة لتنويم خمسة فهود؛ وإلباسها الأطواق. كانت السبعة عشر شهرًا التي قضاها الباحثون في جمع المعلومات هي الجزء السهل من العمل؛ أما ما مَثَّل تحديًا، فكان محاولة فهم وتعليل المعطيات والبيانات التي أربكت توقعات الباحثين.

فمن بين إجمالي 367 ركضة، كانت أقصى سرعات وصلت إليها الفهود الخمسة: 25.9، و25.4، و22.0، و21.1، و20.1 م/ ثانية، وهي أرقام تقل كثيرًا عما سجلته الفهود الأسيرة. وبالإضافة إلى ذلك.. تمت غالبية عمليات الصيد بسرعات معتدلة، كان متوسط أقصاها لا يتجاوز 14.9 م/ ثانية، لكن رغم أن الفهود البرية لم تصل في ركضها إلى السرعات التي وصلت إليها نظيراتها في الأسر، فقد أظهرت أن لديها قدرات رياضية أخرى، لم يتمكن الباحثون من قياسها سابقًا.

أظهرت البيانات أن قدرة عجلة التسارع لدى الفهود تصل إلى 120 واط لكل كيلوجرام، أي حوالي ضعف قدرة الكلاب السلوقية الأسرع عَدْوًا، وأكثر من أربعة أضعاف قدرة العَدَّاء الجامايكي أوساين بولت أثناء تحطيمه

NATURE.COM
لمشاهدة مقاطع فيديو لفهد يطارد فريسته، انظر:
go.nature.com/adyfnt

للرقم القياسي في سباق المئة متر في عام 2009. كما أن لفهود الشيتا قدرة أيضًا على خفض سرعتها سريعًا، حيث إنها تستطيع امتصاص الطاقة بمعدّل يصل إلى أكثر من ثلاثة أضعافه لدى أفضل الخيول أداءً من السلالة المستخدمة في لعبة البولو، وهي سلالة يتم استيلادها لتكون رشيقة خفيفة الحركة.

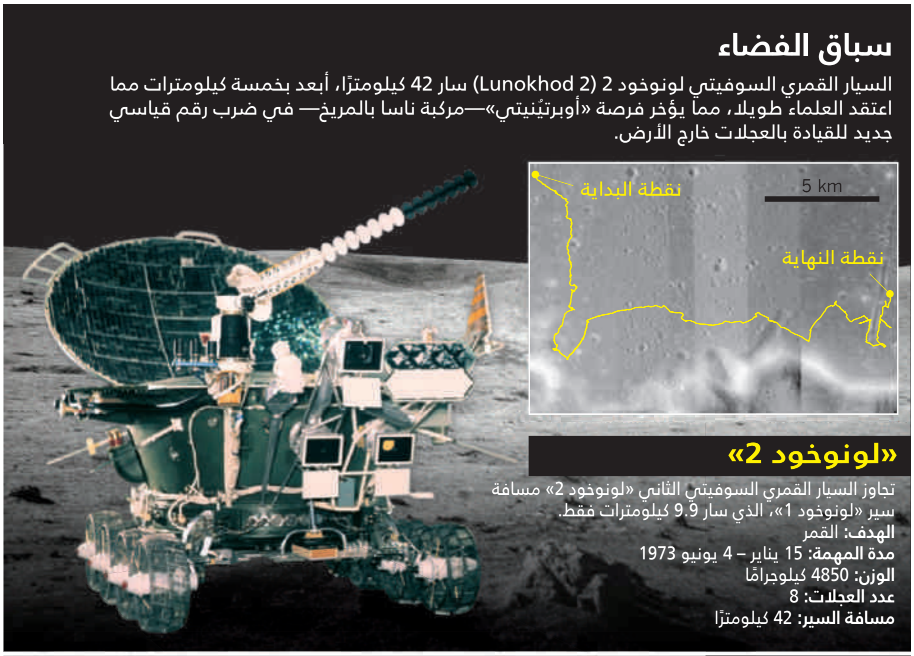
وعندما مزج العلماء هذه المعلومات بمشاهدات ميدانية لعمليات صيد تقوم بها فهود الشيتا، وبمعلومات حصلوا عليها من برنامج «جوجل إيرث» حول تضاريس الأرض التي تعيش فيها فهود الشيتا؛ توصّلوا إلى أن الفهود في الغالب تصطاد بنجاح وسط النباتات الكثيفة، حيث تقوم بانعطافات شديدة ووقفات فجائية. يقول ويلسون: «لقد اعتبرنا دائمًا فهد الشيتا عَدّاء سرعة، لكن يبدو الآن أن سرعة العَدْو هي فقط جزء من القصة».

يقول ديفيد كارير، عالِم الأحياء التطورية بجامعة يوتاه: «إنه أمر لافت للنظر»، ويضيف: «اتضح أن خفة الحركة والقدرة على المناورة تتساويان ـ على الأقل ـ في الأهمية مع السرعة بالنسبة إلى هذه الحيوانات».

تتزايد التوقعات سريعًا عما قد تكشف عنه أطواق ويلسون في المستقبل. ويتساءل جاك جريشام ـ منسق برنامج بقاء أنواع فهود الشيتا برابطة حدائق الحيوان وأحواض الأحياء المائية ـ إنْ كانت فهود الشيتا التي تعيش في غابات السافانا المفتوحة ستحقق نتائج مماثلة، أم لا.

يأمل كارير أن يتم استخدام أطواق المتابعة الإلكترونية قريبًا؛ لدراسة تحركات حيوانات أخرى في البرّية. يقول كارير: «ستثبت التسجيلات الفورية الصادرة عن كل عضو في مجموعة من الأسود أو الكلاب البرية أنها رائعة». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية





LUNOKHOD 2: EDGAR D. MITCHELL/GRIN/NASA; RIA NOVOSTI/SPL; MIIGAIK. OPPORTUNITY: JPL-CALTECH/NASA; NASA/JPL-CALTECH/MSSS/NMMNH

استكشاف

المَرْكبـات الكوكبيـة في سباق الأرقــام القياسـية

تُظْهِر مراجعة البيانات أن المسافة التي قطعتها المركبة القمرية السوفيتية «لونوخود-2» في السبعينات تفوق حتى الآن ما قطعته مركبة «أوپُرتيُنيتي» Opportunity التابعة لوكالة «ناسا».

أَلِكْزَنْدرا ڤيتزه

أَلِكْزَنْدر باسيليفسكي أراد دائمًا التوقف عن قيادة المركبة القمرية. كان باسيليفسكي جيولوجي الكواكب ببرنامج بعثة Lunokhod (أي السَّيَّار القمري) لقيادة وتشغيل المركبتين القمريتين السوفيتيَّتين «لونوخود-1»، و«لونوخود-2»، اللتين كانتا تُقادان بالتحكم عن بُعد في أوائل سبعينات القرن الماضي. كان باسيليفسكي مأخوذًا بصور الصخور والتربة التي تلتقطها كاميرات المركبات، ويطلب دومًا من رؤساء برنامج بعثة «السيّار القمري» إيقاف هذه المستكشفات السيّارة؛ لأجل الدراسات العلمية، لكن رؤساء البرنامج الفضائي السوفيتي آنذاك لم يستجيبوا. «إنها لونوخود!، وليست لونوستوب!»، هكذا أخبروا باسيليفسكي بالاستمرار في تشغيل وقيادة المركبات القمرية، عازمين على تغطية أكبر قدر ممكن من سطح القمر سيرًا بعجلات المركبتين.

والآن، يبدو أن المركبة القمرية الثانية «لونوخود-2» ذهبت أبعد مما تصور الكثيرون آنذاك. فحسابات السير الجديدة ـ باستخدام صور التقطت من مسبار يدور حول القمر متتبعًا بعمق آثارًا تركتها المركبة القمرية منذ 40 عامًا ـ تُظْهِر أنَّ «لونوخود-2» تنقلت حوالي 42 كيلومترًا خلال إجمالي فترة تشغيلها، أي أكثر بخمسة كيلومترات من المسافة المسجلة بالكشوف الرسمية للبعثة. وهذا يعني أن مركبة وكالة ناسا «أوپُرتيُنيتي» ـ التي أوشكت مسافة سيرها أن تبلغ 37 كيلومترًا، بعد نحو عِقْد من السير على سطح المريخ ـ لا يزال أمامها طريق طويل لكسر الرقم القياسي لمسافة سير مركبة بعجلات في كوكب آخر. (انظر: «سباق الفضاء»).

في بيان صحفي بمنتصف شهر مايو الماضي حول طول عمر «أوپُرتيُنيتي»، أشارت وكالة «ناسا» إلى مسافة الـ37 كيلومترًا التي سارتها «لونوخود-2»، وأخبر بعض أعضاء فريق «ناسا» الصحافة توقُّعهم أن تسجل «أوپُرتيُنيتي» قريبًا رقمًا قياسيًّا جديدًا في السير بعجلات خارج الأرض. ومنذ ذلك الحين، أحجموا عن أي توقعات للتفوق على الروس، رغم بلوغ مسافة سير «أوپُرتيُنيتي» 36.75 كيلومتر في 15 يونيو الماضي.

يقول ستيفن سكويرز، كبير الباحثين بفريق «أوپُرتيُنيتي» وعالِم الكواكب بجامعة كورنيل في إيثاكا، نيويورك: «لن نتحدث عن تحطيم أي أرقام قياسية». ويضيف «إنني منبهر بما تمكَّن فريق لونوخود من إنجازه منذ سنوات عديدة جدًّا، ولا نريد الادعاء بأننا تجاوزنا رقمهم القياسي، إلا إذا كنا متأكدين فعلًا».

تيقَّن العلماء الروس ـ من جانبهم ـ من صحة قياسهم لسير «لونوخود-2» ـ 42 كيلومترًا ـ بعد مراجعته، وقدموا نتائجهم في عدة مؤتمرات لعلوم الكواكب خلال السنة الماضية.

وعلى مدى أربعة أشهر، استكشفت المركبة القمرية «لونوخود-2» ـ البالغ طولها 170 سنتيمترًا ـ الفوهة البركانية القمرية «لو مونييه» Le Monnier، مرسلةً أكثر من 86 صورة بانوراميّة شاملة، وأكثر من 80 ألف صورة تليفزيونية. توقفت المركبة القمرية عن العمل في ربيع 1973، ربما بعد أن أدَّى اصطدامها بجدار فوهة البركان إلى دخول تربة قمريّة بداخلها.

تمت مراجعة حسابات سير المركبة القمرية بواسطة خبيرة تضاريس الكواكب إيرينا كاراتشفتسيڤا وزملائها بجامعة موسكو للجيوديسيا وعلوم رسم الخرائط (MIIGAiK). استخدم الفريق صورًا لموقع هبوط «لونوخود-2»، جُمعت بواسطة مسبار الاستطلاع القمري (LRO)، الدائر حول القمر لدراسته منذ عام 2009. قام الباحثون بضبط تشوهات طفيفة على الخط البصري للتمثيل ثلاثي الأبعاد لطوبوغرافيا القمر الذي كوّن باستخدام صور معالجة أُخذت من كاميرا المسبار ضيقة الزاوية. وأسفر تتبُّع مسار المركبة القمرية ـ على هذه الصور المعدلة ـ عن أفضل تقدير حالي لمسافة سيرها، أي ما بين 42.1، و42.2 كم ـ وهي قريبة جدًّا من مسافة ماراثون العدّائين، كما سجل الفريق.

تقول كاراتشفتسيڤا إنها لم تفاجأ بقصور تقدير سير المركبة بالسجلات الرسمية للبعثة بحوالي 5 كيلومترات عن آخر تقدير. كان عداد المسافة في مركبة «لونوخود-2» عجلة تاسعة ضيقة مسحوبة خلف المركبة القمرية أثناء تحركها ـ وكانت تُعيِّن المسافة حسب مقدار دوران ◀

العجلة. كان يُعتقَد دائمًا أن هناك نسبة خطأ تتراوح بين 10 ـ 15%. وفي الواقع، أخبرَ أحد أعضاء فريق «لونوخود» ـ ممن ساعدوا في قيادة المركبة القمرية ـ علماءَ جامعة موسكو للجيوديسيا وعلوم رسم الخرائط أن الفريق اعتقد دومًا أن المسافة المقدَّرة أقل من الحقيقة.

أعاد فريق جامعة موسكو تحليل المسار الخاص بالمركبة القمرية الأولى «لونوخود-1»، التي استكشفت القمر في الفترة من 1970-1971. وما يثير الدهشة هنا أن هذه المرة ـ حسب كاراتشتسيفا ـ وجد الفريق أن المسافة التي قطعتها لونوخود-1 أقل من تلك المسجلة بالكشوف الرسمية للبعثة: فقد غطت 9.93، وليس 10.54 كم. وقد نشرت ورقة علمية حول نتائج لونوخود-1 بدوريّة «علوم الكواكب والفضاء»، بينما يعمل فريق جامعة موسكو على إنهاء ورقة حول نتائج «لونوخود-2».

يقول فيل ستوك ـ رسام خرائط الكواكب بجامعة أونتاريو الغربية بلندن، كندا ـ إنه ليس واضحًا لماذا كانت المبالغة في تقدير سير «لونوخود-1» وبخس تقدير سير «لونوخود-2». يخمن ستوك أنه ربما فشلت «لونوخود-1» في احتساب تأثير انزلاق العجلات بدقة ـ ويمثل هذا الانزلاق مشكلة شائعة بسبب نعومة التربة القمرية ـ بينما بالغ فريق «لونوخود-2» في تقدير مسافات الانزلاق التي كان يخصمها من إجمالي السير، أو كان هناك خطأ ما آخر في الاستشعار.

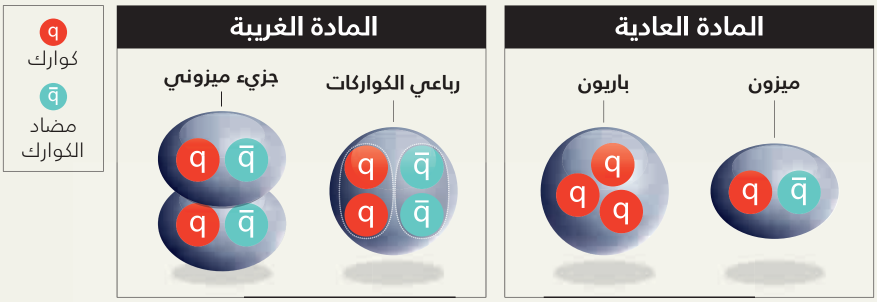
لا يزال انزلاق العجلات يشوِّش إدارة المركبات السيّارة في الكواكب الأخرى. فتوأم «أوپرتُيونيتي» على المريخ ـ المركبة «سبيريت» Spirit ـ انزلقت أكثر من المتوقع أثناء تسلقها تل «هزبند» Husband بمنطقة الفوهة البركانية «جوسيف» Gusev بالمريخ. ومع ذلك.. اكتسبت العجلات أثناء الهبوط مزيدًا من الجَرّ (الإزاحة)؛ مما جعل التأثير النهائي للانزلاق مقاربًا للصفر عند انتهاء الرحلة. (R. Li *et al*. *J. Geophys*. *Res*. **113**, E12S35; 2008).

يقول رون لي ـ مخطط خرائط مركبات المريخ بجامعة أوهايو (OSU) في كولومبس ـ إن المهندسين العاملين ببرنامج إدارة «أوپرتيُونيتي» يعايرون مسافة السير التي غطتها بالتقريب بين قراءة عداد العجلات يوميًّا، والصور الملتقطة فضائيًّا من مدار حول المريخ. ومؤخرًا، غادرت «أوپرتيُونيتي» منطقة تسمى «كيب يورك» ـ التي استغرق استكشافها 20 شهرًا ـ باتجاه «نقطة سولاندر» على بعد حوالي 1300 متر، حيث ستحاول الاستمرار في العمل أثناء فصل شتاء المريخ القادم. وهكذا، ستحتفظ المركبة القمرية «لونوخود-2» بالرقم القياسي لمسافة السير خارج الأرض لمدة أطول.

بالنسبة إلى باسيليفسكي ـ الذي يعمل حاليًا بالأكاديمية الروسية للعلوم في موسكو ـ تُعتبر إعادة تحليل النتائج نهاية مناسبة لقصة السَّيَّار القمري «لونوخود». ولكونه عالمًا، لم يكن من المفترض وجوده بمركز إدارة بعثة «لونوخود-2» الذي كان يعود آنذاك إلى القوات المسلحة السوفيتية، لكنه تسلل ليكون حاضرًا لدى توجيه قيادة البعثة للمركبة القمرية أثناء استكشافها للتضاريس الغريبة. وهو يمزح قائلًا إنه قاد المركبة القمرية عن بُعد أيضًا. ويضيف باسيليفسكي مداعبًا: « هذه الأنباء.. تقول إنني كنت قائدًا أكثر فاعليةً مما ظننت». ■

حساء الكوارك

نجح باحثون في الصين واليابان في استخلاص مادة غريبة تتكون من أربعة كواركات، لكن النقاش لا يزال دائرًا حول ما إذا كانت تلك الجسيمات العابرة أزواجًا من الميزونات أم رباعيات كواركات حقيقية.



فيزياء الجسيمات

رباعي كواركات يفتح آفاقًا جديدة لدراسة المادة

تأكد وجود أول جُسيم يحتوي على أربعة كواركات.

ديفين پاول

نجح الفيزيائيون في إحياء جُسيم ربما كان موجودًا في اللحظات الساخنة الأولى للكون بعد الانفجار العظيم. الجسيم الذي أطلق عليه الاسم الغريب Z_c(3900) هو أول جسيم مؤكد يتكوّن من أربعة كواركات، وهي اللبنات الأساسية لمُعظم المادة الموجودة في الكون.

حتى الآن، كافة الجسيمات التي شوهدت مكوَّنة من كواركات كانت تحوي ثلاثة (مثل البروتونات، والنيوترونات) أو اثنين (كالبايونات، والكاؤونات الموجودة في الأشعة الكونية). ورغم أنه ليس في قواعد الفيزياء ما يمنع وجود تكتلات من الكواركات أكثر عددًا، إلا أن وجود رباعي منها يفتح طرقًا جديدة لتجميع الكواركات معًا وتكوين صور غريبة من المادة.

«جاء الجسيم كمفاجأة»، حسب چيكنج ليو، فيزيائي الجُسيمات بمعهد فيزياء الطاقة العالية في بكين، وعضو بمشروع بيل Belle التعاوني البحثي، وهو أحد الفريقين اللذين زعما التوصل إلى اكتشاف رباعي الكواركات في أوراق بحثية نُشرت مؤخرًا بدوريّة «فيزيكال ريفيو لترز» المتخصصة[2,1].

يراقب مكشاف بيل ـ ومقره منظمة أبحاث مسرّع الطاقة العالية (KEK) في تسوكوبا، اليابان ـ تصادمات حزم كثيفة من الإلكترونات، والبوزيترونات التي هي نظيراتها من المادة المضادة. هذه التصادمات، رغم أن طاقتها تقارب (0.1%) من طاقة مصادم الهادرون الكبير (LHC) في سِيرن قُرب جنيف، بسويسرا، وهو أقوى مسرّع جسيمات في العالم، إلا أنها مفعمة بالطاقة بما يكفي لمحاكاة ظروف الكون في مراحله المبكرة. تتجاوز معدلات التصادمات التي تجري في مسرع الطاقة العالية الياباني ضعف تلك التي تجري في مصادم الهادرون الكبير، وتولّد جسيمات نادرة بين الحين والآخر، ليست موجودة في الطبيعة اليوم (كائنات سريعة الزوال تومض في حيز الوجود لبرهة، ثم تتفكك لشظايا).

بعض من تلك الشظايا دون الذَّرِّيّة تضاهي ما يتوقع تكوينه أثناء انهيار جسيم مُكوّن من أربعة كواركات مقيّدة إلى بعضها: كواركان (جاذبان) ثقيلان، وكواركان أخف وزنًا يعطيان الجسيم شُحنة. وبعد الحصول على 159 من جسيمات Z_c(3900)، يقول فريق بيل إن احتمال أن تكون نتائجه مجرد صدفة إحصائية هو أقل من واحد في 3.5 مليون[1]. «لديهم دليلٌ واضحٌ على وجود جسيم رباعي الكواركات»، حسب قول ريكاردو فاتشيني، فيزيائي الجسيمات بجامعة ساپينْزا بروما.

«لديهم دليل واضح على وجود جسيم رباعي الكواركات»

وشوهد الجسيم الجديد في تجربة ثانية، أجريت باستخدام مطياف بكين 3 (BESIII) في مصادم إلكترونات وبوزيترونات بكين. وكشف مطياف بكين 3 عن غربلة 307 جسيم Zc(3900) من خضم 10 تريليون تريليون تصادم إلكتروني-بوزيتروني[2].

يقول فريد هاريسّ، فيزيائي الجسيمات بجامعة هاواي في مانوا والمتحدث الرسمي لمطياف بكين 3: «يعطي ذلك مصداقية لكل الجسيمات الأخرى التي شاهدها فريق بيل». في 2008، وجد فريق بيل جُسيمًا مرشحًا آخر، مُكونًا من أربعة كواركات[3]، وفي 2011 شاهد جسَيمَين اثنين، ربما كانا مكونين من أربعة كواركات (سفلى) جميلة[4]، لكن تلك المشاهدات لم يؤكدها أي مصادم جسيمات آخر.

لم يشك أحد في عدد الكواركات في الجسيم المكتشف مؤخرًا. والأمر الأكثر إثارة للجدل هو ترتيب الكواركات، التي قد تكون لها آثار على الحركات (الديناميّات) اللونية الكمّية، وهي النظرية التي تصف لنا القوة الشديدة التي تربط الكواركات ببعضها. ينقسم المنظرّون إلى معسكرين.

أحد المعسكرين يقول إنّ الجسيم المكتشف هو في الحقيقة اتحاد بين جسيمَين عاديَّين من جسيمات الميزون، الذي يحتوي على كوارك ومضاد الكوارك (antiquark). وبذلك يكون الجسيم Z_c(3900) مجرد ميزونَين مربوطين برابطة رخوة؛ ليشكِّلا بنية تشبه الجزيء (انظر: «حساء كوارك»).

أما المعسكر الآخر، فقد أطلق على الجسيم الجديد مؤقتًا أو تجريبيًّا: رباعي كواركات حقيقي، أي أربعة كواركات مربوطة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ببعضها بإحكام؛ لتشكِّل ما يشبه كرة مدمجة. داخل الكرة، هناك كواركان اثنان مقيدان إلى بعضهما، واثنان من أضداد الكوارك مقيدان أيضًا. ومثل هذه الاقترانات لا تحدث لدى أي جسيمٍ معروف؛ ومن ثمّ سيطرح لبنات أساسية جديدة للمادة، مع إمكان توجيه محاكاة حاسوبية تستهدف استنباط كافة البِنَى التي يمكن للكواركات أن تشكلها.

يشير المؤيدون لنظرية رباعي الكواركات إلى أن جزيئًا مكوّنًا من ميزونَين ينقسم بسهولة إلى نصفين، وأن انقسام كهذا لم يظهر في البيانات والنتائج. يقول أحمد علي، فيزيائي الجسيمات بسينكروترون الإلكترون الألماني (DESY)، وهو مختبر الطاقة العالية في هامبورج: «لم نرَ توقيعًا لجزيء، وهو ما يدفع باتجاه تصور رباعي الكواركات»، لكن هامش الأخطاء في التجارب لا يزال أكبر من أن يستبعد احتمال انقسام جزيئات ميزونية. وإحدى طرق اختبار النظريتين هو البحث عن جسيمات أخرى تتنبأ بوجودها كل من النظريتين.

وأملًا في قطع الشك باليقين، يواصل الباحثون في مطياف بكين[3] النظر في كافة البيانات التي جمعوها منذ بدء إجراء أول تجربة لهم في شهري ديسمبر ويناير الماضيين. وتبعًا لما سوف يتوصلون إليه، ربما يتعين أن ننتظر إماطة اللثام عن حقيقة $Z_c(3900)$ الإصدار الأقوى الجديد لمكشاف بيل، المقرر أن يجد طريقه إلى الإنترنت في عام 2015. ■

1. Liu, Z. Q. *et al. Phys. Rev. Lett.* **110,** 252002 (2013).
2. Ablikim, M. *et al. Phys. Rev. Lett.* **110,** 252001 (2013).
3. Chen, K.-F. *et al. Phys. Rev. Lett.* **100,** 112001 (2008).
4. Adachi, I. *et al.* Preprint at http://arxiv.org/abs/1105.4583 (2011).

إطفاء الضوء | نجح الباحثون في استخدام فوتون واحد لإطفاء شعاع من الضوء، وهي خطوة مهمة نحو الترانزستور الضوئي



علم الضوئيات

الضوء يقلِّب مفتاح الترانزستور

الفوتونات تَظْهَر منافسًا للإلكترونات في دارات الحاسوب.

ديفين باول

الترانزستورات، تلك المفاتيح الضئيلة التي تتقلب وتتبدل فتحًا وإغلاقًا داخل شرائح الحاسوب، كانت لزمن طويل هي الميدان الأهم للكهرباء، لكن العلماء بدأوا أخيرًا في تطوير مكوِّنات شرائح تعمل باستخدام الضوء. ففي حدث لافت مؤخرًا، أفاد فريق من الباحثين ـ بمعهد تكنولوجيا ماساتشوستس في كمبريدج ـ أنه نجح في بناء ترانزستور يفتح ويغلق باستخدام فوتون واحد.

من المعلوم أن الفوتونات تُستخدم فقط لتوصيل المعلومات، وذلك عبر كابلات الألياف البصرية بسرعات فائقة ليس لها نظير. وأول شريحة سيليكون ستكون متاحة تجاريًا، وتحتوي على مكونات ضوئية تم الإعلان عنها في ديسمبر الماضي، لكنها لم تقدم ما يمثل تحديًا للموجود حاليًا. فأشعة الضوء المحمولة داخل الجهاز تم تطويرها في مركز أبحاث شركة آي بي إم IBM في يوركتاون هايتس، نيويورك، وهي تنقل المعلومات فقط بين شرائح الحاسوب.

ومؤخرًا، تقوم وِنلان تشِن وزملاؤها ـ بمعهد تكنولوجيا ماساتشوستس ـ بتعليم الضوء بعض حيل جديدة باستخدام سحابة من ذرات السيزيوم المبردة معلّقة بين مرآتين. الحالة الافتراضية للترانزستور هي الفتح (on)؛ مما يسمح بمرور شعاع من الضوء خلال سحابة السيزيوم الشفافة دون تدخل، لكن إرسال فوتون «بوابة» واحد يغلق المفتاح، وذلك بسبب تأثير ظاهرة تسمى «الشفافية المُستحثّة كهرومغناطيسيًّا». فالفوتون الذي يتم حقنه يثير ذرات السيزيوم؛ مما يجعلها عاكسة للضوء الذي يحاول عبور السحابة (انظر: «إطفاء الضوء»). فوتون واحد إذن يستطيع أن يعترض مرور حوالي 400 فوتون آخر، حسب قول تشِن، التي قدمت نتائجها في السابع من يونيو الماضي في لقاء شعبة الفيزياء الذَّرِّية والجزيئية والبصرية AMO بجمعية الفيزياء الأمريكية، المنعقد بمدينة كيبيك بكندا.

تحقِّق إمكانية فتح وإغلاق إشارة قوية— باستخدام إشارة ضعيفة—متطلبًا أساسيًا للترانزستور الضوئي. يقول أتاشي إمام أوغلو، الفيزيائي بمعهد التكنولوجيا الفيدرالي السويسري في زيوريخ: «لم نقترب حتى من شيء كهذا في السابق». ويَعتبر إمام أوغلو التجربةَ «اختراقًا حقيقيًّا». ونظريًّا، فالتحكم بمئات الفوتونات بواسطة إطلاق فوتون واحد يتيح لنا القدرة على نشر وإغلاق مئات الترانزستورات الأخرى داخل دارة بصرية (ضوئية).

وباستخدام سُحب الذرات الغريبة تلك، والمعدات الضخمة، فهذا الترانزستور المطور لإثبات المبدأ لا يرجَّح أن يصبح مكوّنًا في الحواسيب المستخدمة يوميًّا، لكن يمكن أن يكون أداة مفيدة في دراسة كيفية تفاعل الفوتونات على المستوى الكمي، وهو ما قد يؤدي إلى ترانزستور كمي يقلّب لنا وحدة (بِت) bit غامضة من المعلومات الكمية، وليس قيم الواحد أو الصفر، كما في الحوسبة التقليدية.

وكان ترانزستور بصري وعملي أكثر قد ظهر لأول مرة في إبريل 2012 بجامعة بوردو في ويست لافاييت، إنديانا، حيث أنتج المهندس الكهربي مينخاو تشي ترانزستورًا متوافقًا مع تقنيات التصنيع الراهنة لصناعة أشباه الموصلات[1]. يقول تشي: «ميزة جهازنا أننا وضعناه على شريحة سيليكون».

وفي هذه الحالة، فإن شعاع الضوء ـ الذي سيتقلب فتحًا وإغلاقًا ـ سيدخل ويخرج عبر قناة محفورة في السيليكون، موضوعة بجانب قناة موازية أخرى. وبين القناتين هناك حلقة محفورة. وحينما يمر شعاع أضعف خلال القناة الضوئية الثانية، تسخن الحلقة وتتضخم، فتتداخل مع الشعاع الرئيس، وتطفئ الترانزستور.

ويستطيع هذا المفتاح أن يتقلب فتحًا وإغلاقًا 10 مليارات مرة في الثانية.

NATURE.COM
للمزيد حول الترانزستورات البديلة، انظر:
go.nature.com/r6dl2q

ويمكن للشعاع المخرَج أن ينتشر ويحرّك ترانزستورين آخرين، وهو ما يحقِّق أحد متطلبات[2] الترانزستور الضوئي، كما وضعها ديفيد ميلر، الفيزيائي في جامعة ستانفورد بكاليفورنيا، في عام 2010. وتضمن الشروط الأخرى أن يكون تردد الإشارة المُخرَجة مضاهيًا لتردد الإشارة المُدخَلة، وأن يكون المُخرَج نظيفًا بدون أي انحطاط يمكن أن يسبِّب أخطاء. يقول ميلر إن «صنع ترانزستور ضوئي يلبي كامل المعايير الضرورية أمرٌ بالغ الصعوبة».

ولا يتوقع تشي أن ينافس ترانزستوره الضوئي نظيره الإلكتروني، نظرًا إلى أن الأول يستهلك طاقة أكثر بكثير، ويعمل بشكل أبطأ. يقول تشي: «نريد أن نكمّل ترانزستور إنتل الإلكتروني». ويضيف: «ولا نريد أن نستبدل به». ويأمل تشي أن يجد موطئ قدم في الأسواق المتخصصة، مثل معدات تشفير وتشويش قنوات الكابل، والتقنيات العسكرية التي قد تستفيد من طبيعة الضوء المستعصية على الاختراق بأي هجوم كهرومغنطيسي.

المسيِّرات routers التي تقود المعلومات عبر الإنترنت يمكن أن تناسب تطبيقات الترانزستور الضوئي والمفاتيح الضوئية. وحاليًا، نقاط التوقف في أي شبكة تحوّل الإشارات الضوئية المتنقلة عبر كابلات الألياف البصرية إلى إشارات كهربية، ثم تعالج هذه الأخيرة؛ ويتم تحويلها إلى ضوء مرة أخرى، وترسَل لتكمل مسارها. يمكن إذن لمسيِّر فيه شعاع ضوء واحد يدفع غيره في الاتجاه السليم ـ دون انخراط في أي تحويلات ـ أنْ يكون ـ من حيث المبدأ ـ أسرع وأقل استهلاكًا للطاقة.

وإحدى المرشحات الرائجة لتلك المفاتيح هي النُقط الكمية، وهي بلورات صغيرة شبه موصلة، تتصرف كالذرات. في مفتاح نقطة كمية حساس بشكل خاص، يمكن توجيه شعاع من الضوء أولاً عبر مادة منقطة بالثقوب تُسمى البلورة الضوئية. ويمكن أن يمر الضوء عبر نقطة كمية موضوعة في طريقه، دون أن يغير مساره، لكن إذا أُرسلت نبضة ضوء تتقدم الشعاع بقيد أنملة، يمكنها استحثاث تفاعل بين النُقطة والبلورة، يبعثر الشعاع؛ ويرسله في مسار مغاير.

في مايو 2012، كشف إدو واكس من المعهد الكمِّي المشترك بجامعة ميريلاند في كوليج بارك وزملاؤه[3] أن النقطة الكمية كمفاتيح تتقلب فتحًا وغلقًا لدى اصطدامها بنبضة ضوئية مكونة من 140 فوتونًا. ومبدئيًّا، هذه كمية صغيرة جدًّا من الطاقة، بحيث يمكن أن تنافس المُسيِّرات التقليدية.

والمفتاح الجديد لا يزال يواجه عقبات عملية، تشترك فيها كل التقنيات الضوئية الصاعدة.. فالليزر الذي يغذي الأجهزة بالضوء يستهلك كمية كبيرة من الطاقة، تكافئ ما يمكن أن يوفره الجهاز منها. يقول واكس: «في الوقت الراهن، التكلفة غير المباشرة هي العقبة التي تقف في طريقنا». ■

1. Varghese, L. T. *et al.* Preprint at http://arxiv.org/abs/1204.5515 (2012).
2. Miller, D. A. B. *Nature Photon.* **4,** 3–5 (2010).
3. Bose, R., Sridharan, D., Kim, H., Solomon, G. S. & Waks, E. *Phys. Rev. Lett.* **108,** 227402 (2012).



حَلِّقِي وَعُودي بالبيانات

تستعد طائرات دون طيّار للإقلاع، كأدوات شائعة للبحث العلمي.

إيمّا ماريس

صُمِّمت الطائرة «تمبست» Tempest أو العاصفة ـ يبلغ مدى الجناح 3.2 أمتار، سرعة التحليق 75 عقدة ـ لتطير في العواصف الشديدة. وأثناء اختبار تشغيلها في مارس الماضي من أجل مشروع جديد، حلّقت في السماوات الأشد زرقة. هناك على الأرض، كان طالب الدكتوراة ماتشي ستاهورا من جامعة كولورادو، بولدر، ينقر على حاسوب لوحي، ناقلًا السيطرة إلى جهاز حاسوب الطائرة بعد إقلاع يدوي. أما مهندس الأنظمة جيمس ماك، فكان يحتفظ بيديه حرّة الحركة قرب جهاز التحكّم؛ تحسّبًا لنشوء مشكلة، في حين كان نِتِي واجِل، طالب دكتوراة آخر، يمسح السماء بنظره؛ للتأكد من أن «تمبست» لن ترتطم بأي شيء.

كانت مهمة الطائرة في ذلك اليوم هي تحديد موقع منارة ترسل إشارة استغاثة من قبيل المحاكاة. وفيما كانت تحلّق راسمة دوائر فوق رؤوسهم، كان محرك تمبست ـ الذي وقوده الغاز ـ يصدر أزيزه المميز الذي يحاكي صوت جَزّازة العُشْب، ويذكِّر بالاسم غير الرسمي الذي يطلق في كثير من الأحيان على هذه الطائرات: الزنانات أو الطنّانات drones. مؤخرًا، أصبح استعمال الطائرات دون طيّار أو غير المأهولة (UAV) أكثر شيوعًا في الأوساط العلمية.

على مدار 40 دقيقة تقريبًا هي زمن الرحلة، كان على فريق جامعة كولورادو في بولدر أن يراقب وينصت، ومع ابتعادها بدت «تمبست» نقطة بعيدة في السماء المشرقة. ثم خالطت صوتَ ستاهورا نغمةُ قلق، وهو يقول: «إنها لا تؤدي ذلك العمل العظيم. ينبغي لها أن تبدأ بالاقتراب منّا في هذه اللحظة». وأخيرًا، استدارت الطنانة، وقفلت عائدةً نحو المنارة. يستأنف ستاهورا «آه، ها هي قد بدأت العودة»، وقد بدا على صوته ارتياح واضح.

اتخذ استخدام الطائرات غير المأهولة في المجال العلمي طريقًا ملتويًا مماثلًا. فقد اختبرتها وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» أولًا باستخدام طائرات دون طيّار، مصممة خصيصًا في بحوث الارتفاعات الشاهقة خلال سبعينات القرن العشرين، لكن الطائرات دون طيّار كانت بطيئة الانتشار. فهذه الطنّانات المزوّدة بأرقى أجهزة الاستشعار كانت أبهظ من أنْ تغري الباحثين باستخدامها، والأنواع الرخيصة لم تتمكن من تقديم فائدة كبيرة، لكن خلال العقد الماضي، أدى انخفاض الأسعار وازدياد التقدم التقني ـ بدءًا من نظام التوجيه على متن الطائرة باستخدام نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) وصولاً إلى تصغير نموذج الطيّار الآلي ليناسب هذه الطائرة ـ إلى استدراج مجموعات علمية عديدة لإجراء تجاربها باستخدام طائرات دون طيّار.

وبالفعل، وفرت هذه الطائرات حتى الآن طريقة فعالة لجمع البيانات، وهي تحرز تقدّمًا مهمًّا في مجال البحوث القطبية، ودراسات البراكين، والحياة البريّة. يقول آدم واتس ـ خبير شؤون البيئة بجامعة فلوريدا ـ الذي استخدم طائرات دون طيّار لعدة سنوات: «إنها ـ الطائرات بدون طيار ـ في طريقها لكي تصبح التكنولوجيا الثوريّة التي لا يُستغنى عنها».

ورغم ذلك.. هناك عقبات تقنية وقانونية تقف في طريق اتساع نطاق استخدامها. يحاول الباحثون تحسين استقلالية تحكم الطائرات دون طيّار، وقدرتها على المناورة، والتحمّل. وتضع اللوائح المنظمة لاستخدام هذه الطائرات ـ لا سيما في الولايات المتحدة ـ قيودًا صارمة على مكان وكيفية استخدامها بواسطة الباحثين. وإذا أمكن تخفيف هذه القيود ـ وهناك دلائل على أن أنها ربما ستُخفَّف ـ فقد تبدأ الروبوتات العلمية الطائرة في شق طريقها إلى السماء بأعداد أكبر من ذلك بكثير.

ارتفاعات شاهقة

جذبت الطائرات دون طيّار التي تستخدمها القوات العسكريّة (الأمريكية) لملاحقة أعدائها اهتمامًا وتدقيقًا متزايدًا من الرأي العام إزاء اتساع استخداماتها في السنوات الأخيرة، لكن بعضها كان قد استُخدم أيضًا في مجال العلوم. فقد أجرت «ناسا» دراسات على الأعاصير والمناخ باستخدام طائرة «جلوبال هوك» Global Hawk من شركة نورثروب جرومّان Northrop Grumman، التي يمكنها أن تصل إلى ارتفاعات تتجاوز ارتفاعات طيران الطائرات التجارية بحوالي 20 كيلومترًا. حصلت وكالة ناسا على هذه الطائرة دون طيّار مجانًا من سلاح الجو الأمريكي، لكن ينبغي للعلماء المهتمين بالأمر أن يكونوا على استعداد لدفع مبلغ 20 مليون دولار مقابل هذه الطائرة، دون أن يشمل هذا السعر أي أجهزة استشعار.

كان على معظم الباحثين أن يستعيضوا عنها بأنظمة أصغر وأقل تكلفة بكثير.. فالطائرة دون طيّار ثابتة الجناحين ـ التي يمكن توجيهها بالراديو مثل «تمبست» ـ يمكن شراؤها ببضعة آلاف من الدولارات. كما يمكن شراء طائرات عمودية (هليكوبترات) رباعية المحركات مقابل 300 دولار فقط. وإذا أضيف إليها بعض أجهزة الاستشعار، وطيّار آليّ وجهاز حاسوب رخيص مزوّد بالخوارزميات (اللوغاريثمات) اللازمة؛ يحصل الباحثون على نظام طيران جوي دون طيّار (UAS).

ورغم الاختلافات في التجهيزات، هناك ارتباط وثيق بين برامج الطائرات دون طيّار المعدّة للبحوث العسكرية، وتلك المعدّة للبحوث المدنية، مع تبادل تدفق التقدم الذي يحرزه الجانبان بينهما. وفي واقع الأمر، فإن عديدًا من البرامج الجامعيّة الخاصة بالطائرات دون طيّار تتلقى تمويلاً جزئيًّا من المؤسسة العسكرية.

NATURE.COM
للاطلاع على طائرات الروبوت رباعية المحركات وهي تعزف لحن جيمس بوند، انظر:
go.nature.com/mmhn94

وفي الوقت الراهن، يركّز معظم الباحثين الذين يستخدمون الطائرات دون طيّار على تحسين التكنولوجيا؛ لجعل الأجهزة أخف حركة وأكثر مرونة واستقلالاً وأكثر قدرة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


AUSTRALIAN CENTRE FOR FIELD ROBOTICS

طائرة استطلاع بحثية ذاتية التشغيل ترش المبيدات على الأعشاب الضارة في أستراليا.

على العمل ضمن مجموعات. وتتطلب الاستقلالية مجموعة من الخوارزميات (الحاسوبية) لتفسير البيانات المُستمَدّة من أجهزة الاستشعار، واتخاذ القرارات ذات الصلة بوجهة الطيران، والسيطرة على مسار الطائرة، وتصنيف المواد التي التقطتها آلات التصوير فيها. وكل هذه العمليات الحسابيّة يجب أن تجري في الوقت الحقيقي (فورًا) على أجهزة حاسوب دقيقة وخفيفة الوزن، تتقافز في فضاء ثلاثي الأبعاد.

وأحد المجالات التي يجري التركيز عليها هو المِلاحة القائمة على الرؤية. ويمكن للأنظمة التي تعتمد على نظام تحديد المواقع العالمي أن تحلّل ما يتجاوز 3 أمتار استبانة بقليل في أفضل الأحوال. وهذا مقبول عندما يتعلق الأمر بالمساحات المفتوحة، لكنه ليس جيدًا بما فيه الكفاية للمناطق الحضرية، أو أوضاع الأماكن المغلقة. ويرغب مُطوِّرو الطائرات دون طيّار في إرسال آلاتهم إلى المباني التي دمّرتْها الزلازل، بحثًا عن ناجين، وهو ما يعني تجاهل الإشارات والبوارق غير الصحيحة، وتفادي خطوط الكهرباء والنوافذ المغلقة. وللقيام بذلك.. تتطلّب الطائرة نظامًا معقّدًا من الكاميرات، وأجهزة الجَيروسكوب، وعدادات التسارع؛ لتحديد موقعها ومواقع العقبات.

وكان فريق بقيادة أشوتوش نَتراج ـ حاليًا بجامعة أكسفورد بالمملكة المتحدة ـ قد قام بتدريب طائرات دون طيّار مزودة بكاميرات عين السمكة على كيفية «العثور» على نفسها. تقسِّم خوارزميات الروبوتات المجال البصري الدائري إلى سماء وأرض، وتحدد خط الأفق بينهما، ثم اشتقاق ارتفاع الطائرة وتَوَجُّهها. ولأجل الطيران فوق المدن، يعمل الفريق على وضع خوارزميات تتعرّف على الإحداثيات العمودية والأفقية للأبنية والشوارع، وتستخدمها كمرشد للإبحار ارتفاعًا وانخفاضًا، إقدامًا وإدبارًا. وفي الليل، يمكن للطائرة دون طيّار توجيه أنماط أو وتائر من أشعة ليزر على ما يحيط بها؛ لتوجيه نفسها. يقول نَتراج إن الملاحة القائمة على الكاميرا ملاحة ذكيّة، لأن كاميرا واحدة تجمع معلومات أكثر جودة من عدد من أجهزة الاستشعار الثقيلة باهظة الكلفة ـ كحاسبات المدى التي تعمل بالليزر ـ مما يغني عن الحاجة إلى إدماج وتكامل أجهزة استشعار عديدة. وكجزء من مشروع يستمر ثلاث سنوات لتصميم طائرات دون طيّار، يمكنها تقديم رعاية طبية بعد كوارث طبيعية، يعمل نَتراج على تطوير نظم للقيام بكل عمليات معالجة الصور على متن طائرة عمودية، بدلاً من معالجتها عن طريق وصلة لاسلكية بجهاز حاسوب منفصل.

ويأمل مشروع أكسفورد لاستخدام الطائرات دون طيّار لإغاثة ضحايا حالات الكوارث في تطوير طائرات دون طيّار تتحدث إلى بعضها البعض. وقد أصبحت مثل هذه الأبحاث على الأسراب مجالاً ساخنًا، حسب قول هيُنشُل شِم، مدير «مركز روبوتات الحقل للابتكار والاستكشاف والدفاع بمعهد كوريا المتقدم للعلوم والتكنولوجيا في دايجون، كوريا الجنوبية. ويتابع شِم قائلًا: «إذا كنتَ ذاهبًا بسرعة، فاذهب وحدك. وإذا كنت ذاهبًا بعيدًا، فاتخذ رفيقًا». إن بعثات جمع البيانات والبحث والإنقاذ أسرع وأكفأ بوجود مجموعة من الطائرات دون طيّار؛ لأجل جمع البيانات، وتأمين تكرارها في حال تعطّل بعض الأجهزة. واستخدام مزيد من الطائرات يزيد الأمر تعقيدًا أيضًا، فالطائرات دون طيّار التي تعمل معًا ينبغي لها القدرة على التواصل فيما بينها، واتخاذ قرارات جماعية.

يركِّز الباحثون أيضًا على زيادة قدرة الطائرات دون طيّار على التحمّل، حيث يُزوَّد معظمها بمحركات غاز وبطاريات. ولخفض الوزن والتكاليف معًا، كثيرًا ما يستخدم الباحثون طائرات دون طيّار صغيرة بسعة وقود محدودة، ممّا يعني رحلات قصيرة. تعمل بعض المجموعات على ضغط أو تصغير حجم البطاريات، ويعمل البعض الآخر على جعل الطائرات ذكية بما يكفي للاستفادة من سمات التيارات الحرارية الصاعدة والرياح، كما تفعل الطيور والطائرات الشراعية. وبدوره، فإن رولان سيجوَرت ـ رئيس مختبر النظم المستقلّة في معهد التكنولوجيا الاتحادي السويسري في زيوريخ ـ لديه فريق يعمل على تطوير طائرات تعمل بالطاقة الشمسية، ولا تحتاج أبدًا إلى الهبوط على الأرض. يقول سيجوَرت مازحًا: «إنني أسميها الأقمار المحلِّقة على ارتفاع منخفض». يمكنها في الواقع جمع البيانات بطريقة أفضل من الأقمار الاصطناعية، لأن الباحثين يستطيعون توجيهها. ويتابع سيجوَرت: «يمكنك الحصول على صور محدّثة بشكل مستمر لحرائق الأحراش، وإرسال هذه الطائرات لمراقبة عمليات قطع الأشجار غير القانونية، أو للبحث عن مفقودين في المحيط».

نجوم الفيديو

تميل فرق العمل على الطائرات دون طيّار إلى مواكبة عمل بعضها البعض من خلال أشرطة الفيديو المنشورة على شبكة الإنترنت. أكبر «نجوم» اليوتيوب في هذا المجال هو ڤيجاي كومار من جامعة بنسلفانيا في فيلادلفيا. تسيطر مجموعة كومار على الطائرات العمودية رباعية المحركات في الأماكن المغلقة باستخدام نظام فايكون Vicon المعدّل، وهو نظام التقاط الحركة المستخدَم في صناعة السينما في هوليوود، وفي صناعة ألعاب الفيديو. تُظهر أشرطةُ الفيديو التي يُحمِّلها ڤيجاي كومار طائراتٍ دون طيّار تحلّق ضمن تشكيل ضيِّق، وتنقل أجسامًا صغيرة بقياس 2x4، بل وتعزف اللحن المميِّز لسلسلة أفلام جيمس بوند ـ في فيديو حَظِيَ بأكثر من ثلاثة ملايين مشاهدة ـ باستخدام عدة آلات موسيقية. يقول شِم: «لقد غيّرت الإنترنت القواعد». ويقول سيجوَرت: «مكنّت الإنترنت من نشر المعلومات إلى مدى أبعد قليلًا، مما يساعد على جذب النجباء من الطلاب».

وبانخراط المواهب الجديدة التي تساعد على جعل الطائرات دون طيّار أذكى وأرخص،

ستبقى اللوائح التنفيذية المنظِّمة للطيران دون طيّار هي العقبة أمام توسُّع استخدامه في مجال الأبحاث. يقول سيجوَرت، «لا يزال هذا الأمر قضية رئيسة».

إنّ ذلك صحيح، لا سيّما في الولايات المتحدة، حيث تجعل قواعد إدارة الطيران (المدني) الفيدرالية (FAA) الحصولَ على إذنٍ بطيران الطائرات دون طيّار في الأماكن المفتوحة أمرًا شاقًّا (باستثناء حالة هواة الطيران غير التجاري، حيث القواعد أكثر مرونة). يقول إريك فرو ـ رئيس مركز أبحاث وهندسة الطائرات غير المأهولة بجامعة كولورادو، بولدر ـ محتجًّا: «إننا نحتاج تصريحًا للخروج إلى حقل في الحرم الجامعيّ؛ لنُطَيِّر جسمًا لا يزيد ارتفاعُه على 6 بوصات فوق الأرض». «إنها طريقة: نظام واحد يسع الجميع».

تتطلب إدارة الطيران الفيدرالية بواشنطن العاصمة أن يتقدم مَنْ سيتولَّون تشغيل طائرة دون طيّار بطلب، والحصول على إحدى شهادتي برنامجها البحثي، إذا كانوا يريدون لطائراتهم دون طيّار أن تطير في الأماكن المفتوحة. يحتاج تقديم الطلبات لكثيرٍ من المعلومات، «لتتمكن إدارة الطيران الفيدرالية من تحديد إنْ كان بالإمكان إجراء العملية دون خطر على الطائرات الأخرى أو الناس والممتلكات على الأرض»، حسب ما ورد من مكتب الاتصالات التابع للإدارة. وهذا يعني أن منح التصريح غير مضمون عندما يتعلق الأمر بالطيران في المدن والمناطق المزدحمة الأخرى. وهذه التصريحات محدودة الاستخدام أيضًا ضمن منطقة مساحتها 20 ميلاً مربعًا (حوالي 50 كيلومترًا مربعًا)، لذا.. احتاج فريق جامعة كولورادو بولدر إلى 59 تصريحًا منفصلاً عندما أراد إطلاق «تمبست» لملاحقة العاصفة عبر عدة مساحات من البلاد.

عند الحصول على التصريح، الذي يحتاج استصداره عادة 60 يومًا، يمكن للمجموعة أن تطيِّر طائراتها خلال ساعات النهار في المنطقة المحددة لمدة عام أو اثنين، طالما تقدمت مسبقًا بإرسال إشعار إلى رجال الجو (NOTAM) عن طريق إدارة الطيران الفيدرالية في كل مرة تريد أن تطيِّر مركبتها.

وتتطلّب كل رحلة أيضًا وجود طيّار مرخَّص. وخلال الرحلة التجريبية التي أجريت في شهر مارس الماضي، كان هذا الطيّار هو ستاهورا نفسه، الذي أمضى معظم وقت الاختبار مُحدِّقًا في أزرار التحكم بالطائرة على حاسوبه اللوحي. كما تتطلب إدارة الطيران الفيدرالية أيضا وجود مراقب؛ لمراقبة احتمالات الاصطدام، وكذلك توافر شخص يمكنه رصد إشارات الراديو من المطار المحلي.

تأخير الرحلات

نظر إريك جونسون ـ الذي يَدْرُس الطائرات دون طيّار بجامعة جورجيا في أثينا ـ في القوانين المنظِّمة لعملها بجميع أنحاء العالم، وهو يقول إن «بين دول معاهدة شمال الأطلسي يبدو أن قوانين الولايات المتحدة هي الأسوأ تقريبًا»، لكن طالما لم تقع أي حوادث، فهناك شبه إجماع في الآراء على أن هذه اللوائح ستخفّف. فقانون تحديث وإصلاح إدارة الطيران الفيدرالية ـ الذي أقرّه الكونجرس في العام الماضي (2012) ـ يطالب وزارة النقل الأمريكية بوضع خطة في أواخر عام 2015؛ بغرض «الإدماج الآمن لأنظمة الطائرات دون طيّار ذات الاستخدام المدني ضمن نظام المجال الجوي الوطني».

على نقيض ذلك.. يقول جونسون، تسمح أستراليا وكندا بإجراء معظم أنواع التشغيل لهذه الطائرات، ربما لأن البلدين لديهما كثير من المجال الجوي، وقليل من البيروقراطية. يقول صلاح سُكريّة، الذي يَدْرُس هندسة الروبوتات والأنظمة الذكية بجامعة سيدني في أستراليا، إن ليبرالية الأنظمة في أستراليا تسمح بتوسّع مجال الطائرات دون طيّار، رغم أن التمويل المتاح لها هناك يعادل جزءًا صغيرًا فقط من المتاح للعلماء في الولايات المتحدة.

ورغم تركيز معظم أبحاث الطائرات دون طيّار على تحسين هذه الطائرات ذاتها، إلا أن بعض العلماء وضعوا هذه الأجهزة قيد الاستخدام. ففي مارس الماضي، استخدمت «ناسا» طائرة عسكرية كهربائية صغيرة دون طيّار ـ تدعى «عين التنّين» Dragon Eye ـ لأخذ عيّنات، وتصوير عمود الغازات الضارّة التي ينفثها بركان تُرِّيالبا Turrialba قرب سان خوزيه، كوستاريكا. قارَنَ الفريق قياسات غاز ثاني أكسيد الكبريت التي حصلت عليها طائرة «عين التنين» بقياسات القمر الاصطناعي «تيرا» Terra، في محاولة لمعايرة وضبط القراءات الفضائية. كان يمكن أن يكون إرسال طيّار بشري إلى منطقة قريبة من البركان مخاطرة بالغة، نظرًا إلى وجود تيارات صاعدة قوية ورماد قد يسبّب خنق محرّكات الطائرة.

شارك جيمس مَسلانِك ـ خبير الاستشعار عن بُعد في جامعة كولورادو في بولدر ـ في عددٍ من الدراسات التي تستخدم طائرات دون طيّار لقياس مختلف سمات وخصائص الجليد البحري في المناطق القطبية منذ عام 2000. هنا أيضًا، يمكن للطائرات دون طيّار أن تلج مناطق خطرة جدًّا، قد لا تقترب منها الطائرات المأهولة. وفي منطقة القطب الشمالي، يقول مَسلانِك: «نطيِّر هذه الأجسام على ارتفاع 100 قدم فوق سطح الجليد، في رياح سرعتها 80 عقدة، ودرجة حرارة تصل إلى 40 مئوية تحت الصفر».

في الطرف القطبي المقابل، استخدم باحثون ـ بجامعة كولورادو في بولدر ـ طائرات دون طيّار؛ لقياس نفاثات الرياح التي تعصف من أسفل البلاتوه (المسطّح) القطبي الجنوبي نحو خليج تيرا نوفا. ويمكن لمِثْل هذه القياسات أن تساعد العلماء في فهم ديناميات تَشَكُّل الجليد البحري حول القارة القطبية الجنوبية، الذي يكوِّن مياهًا كثيفة الملوحة، تغوص فتساعد على دفع تيارات المحيطات العالمية. يقول مَسلانِك: «لم تكن هناك طائرة خلال فصل الشتاء ـ عندما تكون الرياح في أقصى قوتها ـ لأخذ القياسات، لأن الظروف كانت شديدة التغير». والبيانات التي تم جمعها حتى الآن، حسب مسلانك، تُظهر وتائر رياح معقدة بشكل غير متوقع، وتشمل تيارات موضعية عاتية، تدفع الجليد البحري بعيدًا عن الشاطئ، وتسرّع تشكيله.



تم تصميم «تمبست» في ولاية كولورادو؛ لجمع البيانات في ظل العواصف الشديدة.

بدأ علماء الأحياء أيضًا في استخدام طائرات دون طيّار في عملهم الميداني. ففي الهند، أقدمت مجموعة الصندوق العالمي للحفاظ على الطبيعة (WWF) على استخدام طائرات دون طيّار للبحث عن صيّادي وحيد القرن. كذلك، فإن توم ماكينون، المهندس المتقاعد ومدير شركة «إنفنت ووركس» InventWorks ـ وهي شركة لتطوير المنتجات في بولدر، كولورادو ـ يقوم بتجهيز طائرات عمودية (مِرْوَحِيّات) ذاتية التشغيل بشبكات لالتقاط النسور المنغولية النادرة؛ ليتسنى للعلماء تزويدها بأجهزة إرسال لدراسة تحركاتها.

على صعيد النبات، طوّر صلاح سكريّة نظامًا يستخدم طائرة دون طيّار ثابتة الجناح وطائرة عمودية جنبًا إلى جنب لتحديد مواقع الأعشاب الضارة في المراعي البعيدة، ورشِّها بمبيدات الأعشاب. تقوم عدّة مجموعات بحث بتدريب طائرات دون طيّار على كيفيّة التمييز بين أنواع النباتات، بحيث تتمكن من وضع خرائط للغطاء النباتي. وبدلاً من شراء أجهزة استشعار متطوّرة تضيف وزنًا وكلفة، يعمل فريق سُكريّة على كتابة برمجيات حاسوبية، تتيح لطائرة دون طيّار تعيين مواضع الغطاء النباتي وتصنيفها بمجرد استخدام نظام تحديد المواقع العالمي، وكاميرا، ووحدة قياس القصور الذاتي، مما يوفر بيانات عن موضع الطائرة في الفضاء. وأدى التحدّي المتمثّل في الموازنة أو المفاضلة بين فوائد أجهزة الاستشعار ومشكلات وزنها إلى دفع سُكريّة للتفكير في تصميم أنظمة لطائرات دون طيّار من الصفر، فيتمحور تصميمها حول أداء مهامّ محدّدة، بدلاً من مجرّد إضافة أجهزة استشعار لطائرة جاهزة للاستخدام. يتساءل سكرية: «ماذا لو كانت الأجنحة ذاتها أجهزة استشعار؟».

وبالنسبة إلى الباحثين من غير ذوي الخبرة الهندسية، تقدّم الطائرات دون طيّار المتاحة حاليًا فرصًا كثيرة. فمثلاً، اشترت وكالة حماية البيئة الاسكتلندية طائرة دون طيّار في 2012 من شركة «سنسفلاي» senseFly السويسرية؛ لمسح مصبّات الأنهار بحثًا عن أزهار الطحالب المتكاثرة. وهو أمرٌ يصعب القيام به سيرًا على الأقدام. تقول سوزان ستيفنز، العالِمة في الوكالة: «يمكنك الانخراط في هذا المجال واستخدام التكنولوجيا، دون أن تكون خبيرًا بها».

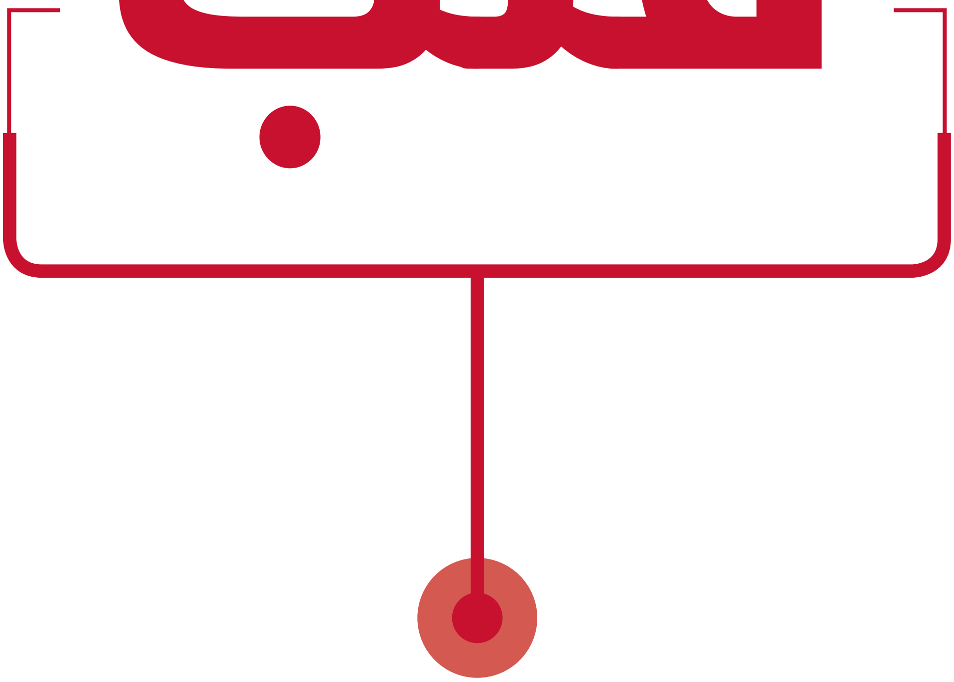
ومع ذلك.. تأتي أفضل النتائج مع الخبرة. فمع انتهاء فريق جامعة كولورادو في بولدر من اختبار «تمبست»، يضع جيمس ماك ـ خبير الأنظمة الذي كان مجرّد هاوٍ للطائرات دون طيّار قبل انضمامه إلى فريق البحث ـ هذه الطائرة دون طيّار برفق على بطنها في رقعة من العشب القصير، ثم يلتقطها بيد واحدة؛ ليعيدها إلى الشاحنة.

استرخى الجميع، بعد أن أمضوا معظم وقت الطيران التجريبي الذي استمر 40 دقيقة، وهم يقومون بما يتجاوز قليلاً مجرّد مراقبة «تمبست»، والاستمتاع بيوم ربيعي. إذا كان هذا هو مستقبل البحوث الميدانية، فإنه يبدو يسيرًا جدًّا. يُقِرّ ستاهورا قائلًا: «إذا سار كل شيء على ما يرام، فسيكون الأمر مملاً نوعًا ما، وذلك لأنه ذاتي التشغيل، أليس كذلك؟» ■

إيما ماريس كاتبة علوم مستقلة من كلاماث فولز، أوريجون، الولايات المتحدة.

لما كان آلاف المرضى يحتاجون عمليات زرع القلب، حاول الباحثون استنبات أعضاء جديدة.

كيف تعيد بناء قلب



برندان ميهر

لا تعتبر دوريس تايلور إطلاق لقب الدكتور فرانكنشتاين عليها إهانة لها. تقول تايلور «لقد كان في الواقع أكبر إطراء تلقيته»، وهو تأكيد على أن أبحاثها توسّع حدود الممكن. ونظرًا إلى طبيعة عملها كمدير لأبحاث الطب التجديدي بمعهد تكساس لطب القلب في هيوستن، ينبغي لتايلور أن تعترف بأنّ المقارنة في محلها. فهي تحصد بانتظام أعضاء المتوفين حديثًا كالقلوب والرئتين، وتعيد هندستها، بدءًا من الخلايا، وتحاول إعادتها الى الحياة، بأمل أن تتمكن من النبض أو التنفس مرة أخرى في أجسام الأحياء.

وتُعتَبر تايلور في طليعة الباحثين الذين يتطلعون إلى هندسة أعضاء جديدة بالكامل، لتمكين عمليات زرع الأعضاء، دون التعرّض لخطر الرفض من قبل النظام المناعي للمتلقي. واستراتيجية هذه الفكرة بسيطة بشكل كاف مبدئيًّا. أولًا، ينبغي إزالة جميع الخلايا من العضو الميّت ـ الذي لا يشترط أن يكون مأخوذًا بالضرورة من إنسان ـ ثم خُذ سقالة البروتين (الهيكلي) الباقية، وأعد تزويدها بخلايا جذعية مطابقة مناعيًّا للمريض المحتاج. لقد أُنجزت العملية! وتوصلنا إلى حلٍّ لمشكلة النقص الحاد في الأعضاء القابلة للزرع بجميع أنحاء العالم.

من ناحية الممارسة العملية، تُحاط هذه العملية بتحدّيات هائلة. لقد جنى الباحثون بعض النجاح باستنبات وزرع أعضاء جوفاء وبسيطة نسبيًّا، كالقصبة الهوائية والمثانة (انظر: go.nature.com/zvuxed)، لكن استنبات الأعضاء المصمتة ـ كالكلى أو الرئتين ـ يعني الحصول على عشرات أنواع الخلايا في مواضعها الملائمة بالضبط، واستنبات شبكات كاملة من الأوعية الدموية في الوقت نفسه؛ لإبقائها على قيد الحياة. ويجب أن تكون الأعضاء الجديدة معقمة، قادرة على النمو، إذا كان المريض صغير السن، وقادرة على إصلاح نفسها، على الأقل اسميًّا. والأهم من ذلك.. يجب أن تتمكن من العمل ـ من الناحية المثالية ـ مدى الحياة. القلب هو ثالث أكثر الأعضاء المطلوبة بعد الكلى والكبد، مع قائمة انتظار يبلغ طولها حوالي 3,500 مريض بالولايات المتحدة وحدها، لكنه يشكل تحديات إضافية للزرع والهندسة الحيوية. ويتعين على القلب أن يخفق باستمرار ليضخّ حوالي 7 آلاف لتر من الدم يوميًّا دون مساعدة. وهو يتألف من حجرات وصمامات مبنيّة من عدة أنواع مختلفة من الخلايا العضلية المتخصصة، تدعى الخلايا العضلية القلبية. والقلوب المتبرَّع بها نادرة، لأنها غالبًا ما تكون تالفة بسبب المرض، أو جهود الإنعاش، ولذلك فإن تأمين إمدادات ثابتة من الأعضاء المهندسة بيولوجيًّا سيكون موضع ترحيب.

تبدو تايلور ـ التي قادت بعض التجارب الأولى الناجحة لبناء قلوب الفئران[1] ـ متفائلة تجاه هذا التحدي النهائي في هندسة الأنسجة. تقول تايلور: «أعتقد أنه أمر قابل للتنفيذ بشكل مرموق»، ثم تضيف بسرعة: «لكنني لا أعتقد أنه بسيط». ويبدو بعض الزملاء أقل تفاؤلًا. يقول باولو ماكياريني ـ جراح الصدر والعالم بمعهد كارولينسكا في ستوكهولم ـ الذي زرع قصبات مهندسة حيويًّا لعديد من المرضى ـ رغم أن هندسة الأنسجة قد تصبح روتينًا لتبديل البِنَى الأنبوبية، كالقصبات الهوائية والشرايين والمريء، إلا أنه «ليس واثقًا من إمكانية تطبيق هذا الأمر على أعضاء أكثر تعقيدًا».

وهذا الجهد قد يكون مطلوبًا، حتى لو فشل، حسب قول أليخاندرو سوتو جوتييريز ـ

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

باحث وجراح بجامعة بيتسبرج في بنسلفانيا. يقول سوتو جوتييريز: «بالإضافة إلى حلم صنع أعضاء للزرع، هناك أشياء كثيرة يمكن تعلمها من هذه الأنظمة»، بما في ذلك فهم أساسي أفضل للتنظيم الخلوي في القلب، وأفكار جديدة حول كيفية إصلاحه.

الهيكل الداعم

لأكثر من عقد، تَمَكَّنَ علماء الأحياء من تحويل خلايا جذعية جنينية إلى خلايا عضلية قلبية نابضة في طبق المختبر. ومع قليل من تنظيم الوتيرة كهربائيًّا من الخارج، تمكنت هذه الخلايا القلبية المهندَسة من اكتساب إيقاع، وحافظت على ضربات متزامنة لمدة ساعات.

ويتطلب الانتقال من نقط صغيرة مرتعشة في طبق بتري إلى قلب ينبض من الهيكل الداعم (السقالة) تنظيم الخلايا في ثلاثة أبعاد. وقد يتمكن الباحثون في نهاية المطاف من ابتكار مثل هذه البِنَى ثلاثية الأبعاد، كما تبيّن في أوائل هذا العام بإنجاز قصبة هوائية اصطناعية[2] (انظر: *Nature* http://doi.org/m2q; 2013)، لكن البنية المعقّدة للقلب البشري بعيدة المنال في المستقبل المنظور، حتى عن أكثر الآلات تطوّرًا. وهذا الأمر تحديدًا صحيح بالنسبة إلى الشبكات المعقدة من الشعيرات الدموية التي يجب أن تزود القلب بالأُكسجين والمغذيات، وتخلصّه من النفايات من أعماق أنسجته. يقول أنتوني عطا الله، جراح الجهاز البولي بجامعة ويك فورست في ونستون سالم، نورث كارولينا، الذي زرع مثانات مهندَسة حيويًّا للمرضى[3]، ويعمل الآن على بناء كلى: «الشبكة الوعائية هي التحدي الرئيس»، (انظر: *Nature* http://doi.org/dw856h; 2006).

وعمومًا، تشمل التقنيات الرائدة المتاحة لمن سيصبحون بناة القلوب إعادة استخدام ما أنتجته البيولوجيا بالفعل. وأحد الأماكن الجيدة لمعرفة كيف يتم ذلك هو مستشفى ماساتشوستس العام في بوسطن، حيث يوضح هَرَلد أوتّ ـ وهو طبيب جراح، وباحث في الطب التجديدي ـ أسلوبًا طوّره عندما تلقى تدريبه تحت إشراف تايلور في منتصف العقد الماضي.



قلب بشري مجرّد من الخلايا، ينتظر إعادة بنائه بحقنه بالخلايا الطليعية.

OTT LAB/MASSACHUSETTS GENERAL HOSPITAL

ستجد قلبًا بشريًّا جديدًا معلقًا بأنابيب بلاستيكية في حجرة أسطوانية من الزجاج والبلاستيك. وبالقرب منه سترى المضخة التي تدفع المنظفات بهدوء عبر أنبوب يمر في شريان الأورطي بالقلب. وتدفّق هذه السوائل يفرض على صمام الأورطي الإغلاق، ويرسل المنظفات من خلال شبكة أوعية دموية كانت تغذي عضلة القلب حتى وفاة صاحبها قبل بضعة أيام. يشرح أوت أنه على مدى حوالي أسبوع، سيجرد هذا التدفق من المنظفات القلب من الدهون، والحمض النووي، والبروتينات الذوّابة، والسكريات، وجميع المواد الخلوية الأخرى تقريبًا، ولن يترك سوى شبكة شاحبة من الكولاجين واللامينين والبروتينات الهيكلية الأخرى: أي «مجموعة خارج الخلية» التي كانت فيما مضى تمسك القلب إلى بعضه.

ليس ضروريًا أن يكون هيكل (سقالة القلب بشريًّا؛ إذ تبدو الخنازير بديلاً واعدًا: فهي تحمل كافة المكونات الحاسمة لـ«مجموعة خارج الخلية»، ولا يُرجّح أن تحمل أمراضًا بشرية. ونادرًا ما تُضْعِف قلوبها أمراض أو جهود إنعاش. يقول ستيفن باديلاك، الباحث في الطب التجديدي بجامعة بيتسبرج: «أنسجة الخنزير أكثر أمانًا من أنسجة البشر، وتتوافر بكميات غير محدودة».

الجزء الصعب، حسب قول أوتّ، هو التأكد من أن المنظفات ستذيب فقط القدر الصحيح من المواد. فإذا جرّدت القلب أقل من الضروري، فقد تحتجز «مجموعة خارج الخلية» بعض جزيئات سطح الخلايا؛ مما قد يؤدي إلى رفض من قِبَل الجهاز المناعي للمتلقي. وإذا جرَّدته أكثر مما ينبغي، فقد تفقد بروتينات حيوية وعوامل نمو ستوجِّه الخلايا التي أُدخلت حديثًا إلى مكان التصاقها وطريقة سلوكها. يقول توماس جلبرت، الذي يدرُس التجريد الخلوي بشركة ACell في كولومبيا، ميريلاند، التي تنتج منتجات «مجموعة خارج الخلية» لاستخدامها بمجال الطب التجديدي: «إذا كان بإمكانك استعمال عامل منظف ألطف في إطار زمني أقصر، ستحصل على مزيد من تجاوب إعادة التشكيل».

وباعتماد نهج التجربة والخطأ، ورفع درجة تركيز وتوقيت وضغط المواد المنظفة، حسّن الباحثون عملية التجريد الخلوي لمئات من القلوب وغيرها من الأعضاء. ربما كان هذا هو أفضل مرحلة متطورة لمشروع توليد الأعضاء، لكنها ليست سوى الخطوة الأولى. وفي الخطوة التالية، سيحتاج الهيكل إلى تزويده بخلايا بشرية.

الخلايا

تقدم عملية «إعادة التزويد الخلوي» عددًا آخر من التحديات، حسب قول جيسون فيرتهايم، الجراح بكلية طب فاينبرج، بجامعة نورث وسترن في شيكاغو، إلينوي، «أولها: ما هي الخلايا التي نستعملها؟ وثانيها: كم عدد الخلايا التي نستعملها؟ وثالثها: هل ينبغي أن تكون خلايا ناضجة، أم خلايا جذعية جنينية، أم خلايا مستحثة متعددة القدرات؟ وما هو مصدر الخلايا الأمثل؟».

تقول تايلور إن أقل ما يقال في استخدام الخلايا الناضجة أنه مخادع. فـ«لا يمكنك إرغام خلايا القلب الناضجة على التكاثر». وتقول تايلور أيضًا: «لو كان الأمر لنا، لَمَا كانت هناك حاجة إلى إجراء هذا الحوار على الإطلاق»، نظرًا إلى أن القلوب التالفة كانت ستتمكن من إصلاح ذاتها، ولن تكون هناك حاجة إلى إجراء عمليات الزرع.

ويستخدم معظم الباحثين في هذا المجال مزيجًا من نوعين أو أكثر من أنواع الخلايا، مثل طلائع الخلايا البطانية؛ لتبطين الأوعية الدموية، وطلائع العضلات؛ لزرعها في جدران حجرات القلب. قام أوت باشتقاق هذه الخلايا من خلايا مستحثة متعددة القدرات ـ خلايا ناضجة، أعيدت برمجتها إلى حالة مشابهة للخلايا الجنينية الجذعية، باستخدام عوامل النمو ـ لأن هذه الخلايا يمكن أن تؤخذ من مريض بحاجة إلى زراعة عضو، وتستخدم في صنع أنسجة متطابقة مناعيًّا.

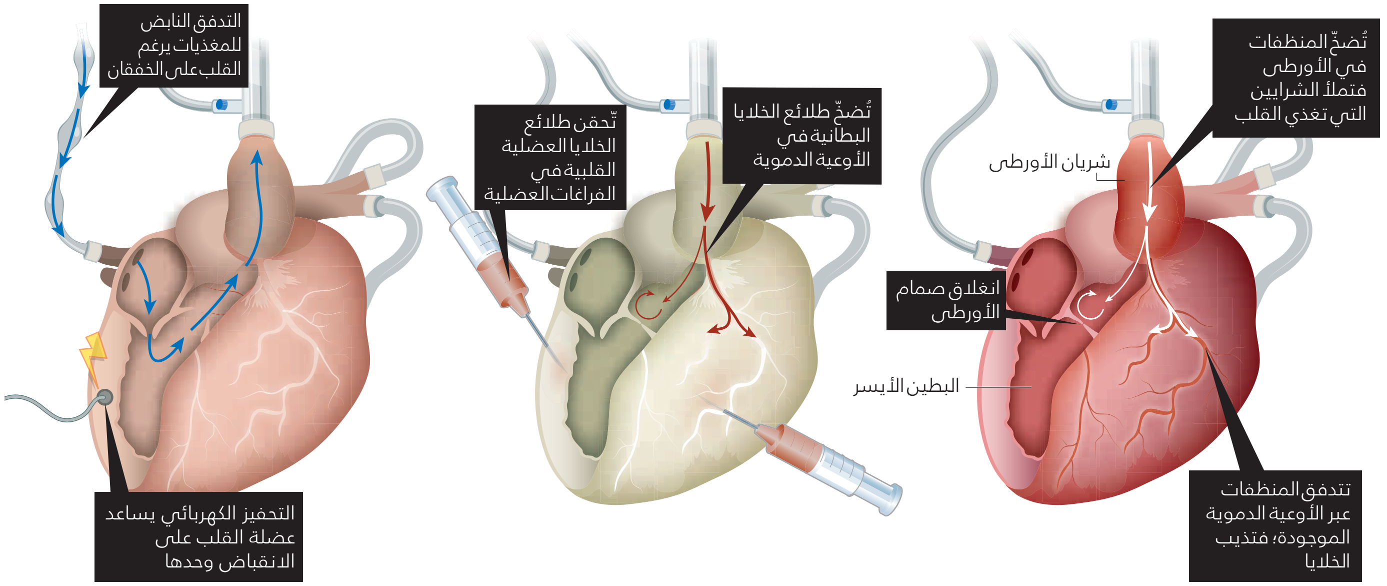
مبدئيًّا، يمكن لنهج استخدام الخلايا المستحثة متعددة القدرات أن يقدّم قلبًا جديدًا بمجموعته الكاملة من أنواع الخلايا، بضمنها الخلايا الوعائية وعدة تنويعات من الخلايا العضلية القلبية، ولكن عمليًّا، سيواجه ذلك مشكلاته الخاصة.. وأحدها: حجم قلب الإنسان في حد ذاته. فالأرقام تلقى تقديرًا أقل مما ينبغي، حسب قول أوت. ويضيف أوت: «إن تخليق مليون خلية يختلف عن تخليق 100 مليون خلية، أو 50 مليار خلية». ولا يعرف الباحثون ما إذا كانت أنواع الخلايا المناسبة هي التي سوف تنمو عند استخدام الخلايا المستحثة متعددة القدرات؛ لتختصر التطور الجنيني في هيكل قلب ناضج.

ولَدَى استيطانها هيكل القلب، تتجذر بعض الخلايا غير الناضجة وتشرع في النمو، لكن دفعها لتصبح خلايا عضلية قلبية نابضة فعالة وظيفيًّا يتطلب أكثر من مجرد وسط مؤكسج وعوامل نمو. فهذه «الخلايا تستشعر بيئتها» حسب أنجيلا بانوسكالتسيس مورتاري، التي كانت تحاول بناء رئات للزرع، بجامعة مينيسوتا في مينيابوليس. وتضيف: «إنها لا تشعر فقط بالعوامل، بل تشعر بالصلابة والضغط الميكانيكي أيضًا»، مما يدفع بدوره الخلايا؛ لتأخذ مسار تطورها السليم.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أعضاء حسب الطلب

لبناء قلب جديد، يعمد الباحثون أولًا إلى إزالة كافة الخلايا من عضو المتبرع (يسار)، تاركين فقط هيكلا (سقالة) بروتينيًّا. وهذا يُزرع بخلايا (وسط)، تنضج تحت تأثير عوامل النمو والتحفيز الكهربائي (يمين).



NIK SPENCER/NATURE

لذا.. ينبغي للباحثين وضع القلب في مفاعل حيوي يحاكي الإحساس بالخفقان. وتستخدم مفاعلات أوت الحيوية مزيجًا من الإشارات الكهربائية ـ أقرب إلى منظِّم ضربات القلب ـ للمساعدة في تزامن ضربات الخلايا العضليّة القلبيّة النابضة المزروعة في هيكل القلب، جنبًا إلى جنب مع الحركات النابضة المستحثة بمضخّة (راجع: «أعضاء حسب الطلب»)، لكن الباحثين يواجهون معركة مستمرة في محاولة تقليد الظروف الموجودة بالجسم البشري، كالتغيّرات في معدّل ضربات القلب وضغط الدم، أو وجود العقاقير. يقول باديلاك: «يتفاعل الجسم مع الأمور، ويغير الظروف بسرعة كبيرة، تجعل من المستحيل تقليد ذلك في مفاعل حيوي».

عندما كان تايلور وأوت في البداية يطوّران المفاعلات الحيوية، لتجريد قلوب الفئران من الخلايا ثم أعادة تزويدها بالخلايا، كان عليهما أن يتعلما كلما مضيا أبعد. يقول أوت: «كان هناك كثير من الأشرطة اللاصقة في المختبر». وفي نهاية المطاف كانت القلوب قادرة على الخفقان من تلقاء نفسها بعد ثمانية إلى عشرة أيام في المفاعل الحيوي، منتجةً 2% تقريبًا من قدرة قلب فأر ناضج على الضخّ[1]. تقول تايلور إنها تحصّلت على قلوب من الفئران وثدييات أكبر تضخّ حوالي 25% من قدرة القلوب الطبيعية، رغم أنها لم تنشر هذه البيانات بعد. إنّ تايلور وأوت واثقان من أنهما على المسار الصحيح.

الخفقان

التحدي الأخير هو أحد أصعب التحديات: وضع قلب مستنبت حديثًا ومهندَس بيولوجيًّا في حيوان حيّ، واستمرار خفقانه لزمن طويل.

إن سلامة شبكة الأوعية الدموية ـ الجملة الوعائية ـ هي العائق الأول. فأي جزء عارٍ من المجموعة يشكِّل أرضًا خصبة لجلطات دموية قد تكون قاتلة للعضو أو الحيوان. يقول جلبرت: «ستكون بحاجة إلى بطانة سليمة جدًّا تبطن كل وعاء دموي، وإلا فستواجه التجلط، أو التسرب».

وكان أوت قد برهن أن الأعضاء المهندَسة بيولوجيًّا يمكنها البقاء حية لبعض الوقت. فقد زرعت مجموعته رئة مهندَسة بيولوجيًّا في فأر، وظهر أنها تستطيع دعم تبادل الغازات في الحيوان، لكن سرعان ما امتلأ الفراغ الهوائي بالسوائل[4]. ونجحت كلية مهندَسة بيولوجيًّا زُرِعت لفأر ـ كانت مجموعة أوتّ قد أشارت إليها في وقت سابق هذا العام ـ في الاستمرار دون تجلط الدم، لكن قدرتها على ترشيح البول كانت في الحدود الدنيا فقط، ربما لأن عملية البناء لم تنتج ما يكفي من أنواع الخلايا التي تحتاجها الكلية[5] (انظر: *Nature* http://doi.org/m2r; 2013). قام فريق أوت وسواه بزراعة قلوب مُعادة البناء في الفئران، وكان هذا الزرع يتم عمومًا في العنق، وفي البطن، أو بجانب قلب الحيوان نفسه. لكن رغم تمكُّن الباحثين من تغذية الأعضاء بالدم، وحَمْلها على الخفقان لفترة من الوقت، لم يتمكن أيٌّ من هذه القلوب من دعم وظيفة ضخّ الدم. يحتاج الباحثون لإظهار أن القلب يتمتع بقدرة على العمل أعلى كثيرًا قبل أن يستطيعوا زرعها في حيوان أكبر من فأر.

ومع القلب، يقول باديلاك: «عليك أن تبدأ بشيء يمكنه أن يعمل جيدًا جدًّا» منذ لحظة زَرْعه في المكان. ويضيف: «لا يمكنك الاقتناع بشيء يضخّ ما لا يزيد عن 1 أو 2 أو 5% مما يلفظه قلب طبيعي، وتتوقع أن تُحْدِث فرقًا»، في إشارة إلى مستوى شائع لكفاءة الضخ. فهناك مجال كبير للخطأ. بدورها، تقول بانوسكالتسيس مورتاري: «مازلنا نخطو خطوات صغيرة». وتضيف: «وما زلنا حيث كان يحاول الناس مع زرع القلب قبل عدة عقود».

إن عملية تجريد الخلايا التي يرعاها أوتّ وسواه تُطلِعنا بالفعل على تطوير صمامات محسَّنة، نسيجية الأساس، وغيرها من أجزاء القلب والأعضاء الأخرى. فمثلًا، قد يتمكن الصمام المهندَس بيولوجيًّا من الاستمرار لفترة أطول من الصمامات الميكانيكية، أو صمامات الأنسجة الميتة، لأنها تمتلك القدرة على النمو مع المريض؛ وإصلاح ذاتها. وقد لا تحتاج الأعضاء الأخرى إلى تبديلها كليًّا. يقول باديلاك: «سأندهش إذا لم تصادف خلال السنوات الخمس أو السبع القادمة مريضًا قد زرع له جزء من شريان، أو فص من رئة، أو فص من كبد على الأقل».

تتوقع تايلور أن هذا النهج الجزئي سيساعد مرضى يعانون من عيوب قلبية حادة، مثل متلازمة القلب الأيسر نَاقص التنسج، حيث يعاني نصف القلب نقصًا شديدًا في التطور. تقول تايلور إن استرداد النصف الآخر «يرغمك أساسًا على بناء الغالبية العظمى من الأشياء التي تحتاجها».

ويمكن لهذه الجهود أن تشكل دروسًا لتطوير العلاجات الخلوية التي تُجرى على القلب. يتعلم الباحثون، مثلًا، كيف تتطور خلايا القلب، وتعمل في ثلاثة أبعاد. في المستقبل، يمكن للهياكل (السقالات) الجزئية ـ سواء أكانت مخلقة، أم مأخوذة من الجثث ـ أن تتيح لخلايا جديدة ملء المناطق التالفة من القلوب؛ وإصلاحها كالرقع.

قد تبدو الأواني الزجاجية ـ بما تحويه من أعضاء شبحيّة عائمة ـ كأنها صدى بشع لقصة فرانكنشتاين، لكن تايلور تقول إن ما تقوم به هو عمل لأجل الحب. «هناك بعض الأيام التي أقول فيها لنفسي: «يا إلهي ما هذا الذي ورّطت نفسي فيه؟» ومن ناحية أخرى، كل ما يتطلبه الأمر طفل يناديك قائلًا: «هل يمكنكِ أن تساعدي أمي؟»، وهذا سيجعل كل الجهد مستحقًّا». ■

براندان ميهر محرر تحقيقات لدَوْريّة «نيتشر»، مقيم في نيويورك.

1. Ott, H. C. *et al. Nature Med.* **14,** 213–221 (2008).
2. Zopf, D. A., Hollister, S. J., Nelson, M. E., Ohye, R. G. & Green, G. E. *N. Engl. J. Med.* **368,** 2043–2045 (2013).
3. Atala, A., Bauer, S. B., Soker, S., Yoo, J. J. & Retik, A. B. *Lancet* **367,** 1241–1246 (2006).
4. Ott, H. C. *et al. Nature Med.* **16,** 927–933 (2010).
5. Song, J. J. *et al. Nature Med.* **19,** 646–651 (2013).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

صائد الزلازل

مع ارتفاع أعداد قتلى الزلازل، يبني روس ستاين نموذج مخاطر عالميًّا؛ لتخفيف آثار كوارث المستقبل.



JAMES BROWN/FROM J TO B

جوان بيكر

في غرفة معتمة ـ بمدينة پاڤيا الإيطالية ـ ينتشر على شاشة كبيرة خليط من السهام القصيرة، مثل أسراب من النمل في مسيرة. بالنسبة إلى روس ستاين، تكشف هذه العلامات على خريطة البلقان المواقع التي يُرجح أن تضربها الزلازل، ويريد على وجه السرعة أن يشاطر رؤيته حول ذلك.

يقفز ستاين ـ عالِم فيزياء الأرض بمصلحة المساحة الجيولوجية الأمريكية في مينلوبارك (USGS) بكاليفورنيا ـ من مقعده، ويضع يده مقوَّسةً أسفل الخريطة. يجلس ستاين في غرفة مع ثمانية من خبراء الزلازل بجمهوريات يوغسلافيا السابقة، وألبانيا، حيث يحللون بياناتهم معًا لأول مرة. يشرح لهم ستاين كيف يدفع التضاغط الصخورَ إلى أعلى بامتداد الفوالق في بعض المناطق، ويدفعها جانبًا في مناطق أخرى. يقول ستاين إنه يمكن لتلك الطاقة المكتونة أن تنطلق عبر هزات مدمرة، كما حدث تمامًا في يوليو 1963 لمدينة سكوبيا، في مقدونيا، وأودت بحياة أكثر من 1000 نسمة.

كانت مثل هذه الرؤية الشاملة لمخاطر الزلازل بالبلقان مفتقدة، وذلك يعود جزئيًّا إلى قلة تمويل عمل الباحثين هناك، ولأن بعض البلاد تحبذ بيع المعلومات الجيولوجية بدلاً من نشرها مجانًا، بل إنّ اثنين من الباحثين المتعاونين طويلًا من جمهوريتي سلوفينيا وألبانيا ـ يشاركان بورشة العمل هذه في پاڤيا ـ لم يتمكّنا من الالتقاء وجهًا لوجه خلال العقد الماضي.

يهدف ستاين إلى تغيير كل ذلك ـ في بلاد البلقان وغيرها ـ عن طريق جمع الناس والبيانات معًا. إنه أحد قادة «نموذج الزلازل العالمي»، أو (GEM)، وهو مشروع طموح، يهدف إلى بناء شبكة رقمية مفتوحة المصدر من قواعد البيانات والأدوات، تنْصَب على المخاطر الزلزالية حول العالم. وبمساعدة الدول، وأرباب الأعمال، والباحثين، في تقييم المخاطر وتقليلها، يأمل ستاين في التصدي للأحوال التي أدت إلى ارتفاع الخسائر في الأرواح من جراء زلازل القرن الماضي، لا سيما أن مُدُنًا عديدة قد بُنِيت بطرق رديئة، وتضخمت عمرانيًّا بمناطق معرضة للزلازل.

بعد أكثر من خمس سنوات في مرحلة التطوير، يشارف مشروع «نموذج الزلازل العالمي» على بلوغ معالم فارقة. فقد تقرر أن يُطْلَق المشروع في الأسبوع الأخير من شهر يونيو قاعدة بيانات للزلازل التي وقعت خلال الألفية الماضية، إضافة إلى نسخة أساسية من محرك البرمجيات، «أوبن كويك» OpenQuake، الذي سيتيح للمستخدمين بأنحاء العالم أن يحسبوا مخاطر تعرضهم لهزات زلزالية. وفي ديسمبر، سيكشف «نموذج الزلازل العالمي» النقاب عن قائمة بكل الفوالق والصدوع النشطة في العالم. يقول

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ستاين: «ربما ظننتم أن لدى مجتمع علماء الزلازل قائمة حصر بهذه الزلازل، لكن لم يحاول أحد وضع هذه القائمة»، وذلك «ما يخطط نموذج الزلازل العالمي لأنْ ينجزه».

خلال عام 2014، سيضيف «نموذج الزلازل العالمي» معلومات عن مؤشرات حول أوضاع المباني والأحوال الاجتماعية الاقتصادية ـ مثل الفقر ـ مما قد يساعد مدنًا كإسطنبول في تركيا على أن تقرر كيفية ترتيب أولويات تقوية المدارس والمستشفيات الهشة المعرضة للأخطار.

تقول لوري بيك، عالم الاجتماع، والمدير المشارك لمركز تحليل الكوارث والمخاطر، بجامعة كولورادو بفورت كولينز، الذي أمدت أبحاثه المشروع بالمعلومات: «إنّ ما أنجزه مشروع الزلازل العالمي استثنائي».

مثلت قيادة مشروع «نموذج الزلازل العالمي» تحولًا كبيرًا في مسيرة ستاين المهنية، وهو الباحث المرموق الذي يحظى بالاحترام، وكثيرًا ما ظهر في وسائل الإعلام يحذر المواطنين من مخاطر الزلازل بالولايات المتحدة. وهو الآن يرتقي منبرًا أكبر من ذلك بكثير، محاولًا حشد الدعم لهذا المشروع الدولي من علماء وحكومات وشركات. ويقرّ بأن المشروع «كان بالفعل عملية تعليمية».

والواقع أنه أبعد ما يكون عن النهاية.. فلا يزال على ستاين استكمال «نموذج الزلازل العالمي»، وإظهار قيمته. يأخذ بعض الناقدين عليه أن ذاك الجهد الذي يوفر تقديرًا أكثر تعقيدًا عن المخاطر الزلزالية لن ينقذ أرواحًا كثيرة. يقول روجر بِلهام من جامعة كولورادو، ببولدر، إن الفساد، والجهل، والفقر عوائق أخطر على السلامة من نقص المعلومات عن الزلازل.

بداية مجهدة

ذاق ستاين (59 عامًا) أول طعم كبير للزلازل خلال سنوات المراهقة في لوس أنجيليس، عندما «صارت الأرض الصلبة هلاميّة كالجيلي» أثناء زلزال وادي سان فرناندو عام 1971، الذي أزهق أرواح 65 شخصًا. ولم يستقر على دراسة علوم الأرض إلا عندما عرَّفه رفيق سكنه ـ بجامعة براون في بروڤيدَنس، رود أيلاند ـ على متع الرحلات الميدانية ومباهجها. بدأ ستاين الدراسة لنيل درجة الدكتوراة في علوم الجليد بجامعة ستانفورد، بكاليفورنيا، وقاسى «العمل الميداني الأكثر برودة ورطوبة ورياحًا». بعد ذلك.. رغب في تعلم موضوع له تأثير اجتماعي؛ فتحول إلى دراسة الزلازل، بعد أن استمع إلى حديث أحد علماء مصلحة المساحة الجيولوجية الأمريكية، التي انضم إليها في عام 1981.

في أبحاثه، ركز ستاين على دراسة كيف أن زلزالًا في بقعة واحدة ينقل التوتر إلى مناطق أخرى. وقد وفرت جهوده في صياغة النماذج وسيلة لتقدير ما إذا كانت الهزات الأرضية سوف تزيد احتمال وقوع الزلازل بمكان آخر، أم تقلّله.

ذلك العمل وغيره ـ لا سيما في تركيا واليابان ـ جعل من ستاين ثاني أكثر علماء الزلازل حضورًا واستشهادًا بآرائه وأبحاثه في الفترة بين 1993 و2003. وانتشر تأثيره متجاوزًا نطاق مجتمع الباحثين. فظهر في أفلام وثائقية كثيرة، وغالبًا ما تراه أمام الكاميرا بعد أي زلزال كبير.

تغيَّر مسار ستاين البحثي بشدة بعد كارثة زلزال وتسونامي سومطرة–أندامان، التي وقعت في عام 2004، وأسفرت عن مقتل أكثر من 230 ألف نسمة في 14 بلدًا. يقول ستاين إن هذا الحدث «بلور فشلنا كمجتمع علماء»، حيث كشف كم كان قليلًا ما فعله العلماء لمساعدة المنطقة كي تستعد للمخاطر المتوقعة في ذلك المجال. ويردف قائلًا: «لقد شعرت بطريقة ما، أن هناك دماء على يديّ».

قرر ستاين أن التصدي لمخاطر الزلازل في البلاد الفقيرة أكثر أهمية منه في اليابان وكاليفورنيا، حيث استطاع تقليد راسخ من الأبحاث وقوانين قوية لتنظيم البناء بالفعل من تقليل الأخطار. من جاكرتا إلى بورت أوبرنس، يزداد تعداد سكان الحواضر بسرعة صاروخية قرب فوالق أرضية رئيسة، وبمحاذاة حدود الصفائح التكتونيّة. يقول ستاين إن تدفق البشر يملأ منازل بُنيت بطريقة رديئة، فصارت مصائد للموت عند وقوع الزلازل. يتنبأ العلماء بحدوث صدمة زلزالية كبرى ـ قبل مرور زمن طويل ـ تقتل مليونًا من البشر.

في عام 2006، بعد ورشة عمل عن الزلازل بمدينة بوتسدام بألمانيا، قرر ستاين واثنان آخران من خبراء المخاطر الزلزالية ـ هما يوخن إزشو من مركز هيلمهولتز في بوتسدام، ودومينيكو جيارديني من معهد التكنولوجيا الاتحادي (ETH) السويسري بزيورخ ـ مناهضة هذا التوجه الخطر بإنشاء منظمة «نموذج الزلازل العالمي».

وحاليًا، تساعد مجموعة كبيرة من منظمات دولية وحكومية وغير حكومية بالفعل مجتمعات معرضة للخطر؛ للاستعداد قبل حدوث الزلازل، والاستجابة لها بعد وقوعها، لكنها جهود متفرقة. فمكتب مساعدة الكوارث الأجنبية الأمريكي (OFDA) الذي يرعى ورشة عمل ستاين حول مخاطر زلازل البلقان، ساعد في تطوير نظام إنذار مبكر من وقوع التسونامي في إندونيسيا بعد كارثة 2004، ويُجري مشروعات زلزالية في هايتي وجمهورية الدومينيكان. كما أن منظمة أخطار الأرض الدولية (GHI) غير الربحية ـ ومقرها في مينلوبارك بكاليفورنيا ـ عملت في أكثر من 20 بلدًا لرفع مستوى الوعي، وتدريب المهندسين الإنشائيين بمجال السلامة من الزلازل، لكن ما من مؤسسة واحدة يمكنها تغطية كل مدينة وبلدة، وما من بلاد يمكنها تحمُّل إعادة تقوية أو تأمين كل بناية. إنّ معرفة أين تكون أعلى المخاطر الزلزالية هي مفتاح السلامة، حسب قول ستاين.

كذلك، المعلومات ذاتها متفرقة. وكانت لوري بيك ـ التي تقدم المشورة لمنظمة أخطار الأرض الدولية ـ قد شاركت في دراسة لمنظمة «نموذج الزلازل العالمي» أظهرت أن المجتمعات من سان فرانسيسكو بكاليفورنيا إلى تشينتشا بجمهورية بيرو كلها تحتاج موردًا معرفيًّا مركزيًّا حول مخاطر الزلازل، تتجمع لديه كل البيانات والمعلومات عن التهديدات الزلزالية، ومسائل البناء، والعوامل الاجتماعية الاقتصادية. وسيساعد ذلك المسؤولين المحليين على ترتيب أولويات تقوية البنايات العامة أو المناطق، ويتيح للمدن الناشئة ـ مثل كتمندو أو ليما ـ أن تخطط كيف تنمو، دون زيادة مخاطر الزلازل.

ويهدف «نموذج الزلازل العالمي» إلى توفير ذلك المورد من خلال المحرك «أوبن كويك» OpenQuake كمنصة إلكترونية. ونظرًا إلى بنائها باستخدام نظام معلومات جغرافي، ستشمل هذه المنصة أدوات تحليلية، تسمح للأطراف المعنية ـ علماء، وحكومات، وشركات ـ بتقدير احتمالات الخسائر في الأرواح والممتلكات، جرّاء الزلازل (انظر: «مناطق الاضطراب»).

سيعول الحاسبون على قواعد بيانات «نموذج الزلازل العالمي» العالمية عن الزلازل، والفوالق، وأنواع المساكن، ومعلومات اجتماعية اقتصادية، يجري تسجيلها على مدار 18 شهرًا قادمة. في يناير الماضي، أطلق «نموذج الزلازل العالمي» فهرسًا مرجعيًّا مصورًا لأكثر من 20 ألف زلزال ـ شدتها 5.5، أو أعلى ـ حدثت بأنحاء العالم منذ 1900. ولإنتاج هذا المرجع، أعادت المجموعة تحليل كافة البيانات الزلزالية المعنيّة، مما حسّن تقديرات البؤر أو المراكز السطحية للزلازل وشدتها. يقول ستاين إنه أكبر مورد من نوعه، وقد أتاح لعلماء الزلازل أن يروا ـ من بين أشياء أخرى ـ كيف يتركز النشاط الزلزالي على الفالق الرئيس تحت جواتيمالا.

ولكي يُقلع المشروع من على الأرض، لا بد لستاين والمتعاونين معه من إقناع المموِّلين بدعم خطة المشروع. فمنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) ـ التي تتخذ من باريس مقرًّا لها ـ وقدمت الرعاية لورشة بوتسدام، حيث وُضِعت بذرة «نموذج الزلازل العالمي»، منحت ستاين والمؤسسين فرصة الوصول إلى المسؤولين الحكوميين. وفي أعقاب كارثتي تسونامي سومطرة، وزلزال باكستان الكبير، أرادت الدول الأعضاء بمنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية ـ الواقعة بمناطق عالية المخاطر زلزاليًّا ـ تقليل تعرضها لخسائر اقتصادية ضخمة.

«سنواجه تعسفات.. وبعض الحكومات ستدفع باتجاه معاكس لتقييمات نموذج الزلازل العالمي، لأنها تخالف أولويّاتها».

من هناك نمت اتصالات ستاين. ففي عام 2007، أصبحت ميونخ ري Munich Re أول شركة تنخرط في المشروع، مانحةً إيّاه 5 ملايين يورو (6.6 ملايين دولار) على مدى خمس سنوات. لقد رأت الشركة فرصة في البيانات العالمية التي يجمعها «نموذج الزلازل العالمي»، والتي قد تساعد شركات التأمين ووسطاء إعادة التأمين على تنويع محافظهم الاستثمارية والتأمينية؛ لتجنب احتمال أن يمحوهم زلزال واحد.

وحاليًا، هناك 16 وكالة حكومية، مثل مكتب مساعدة الكوارث الأجنبية الأمريكي (OFDA)، و10 شركات تأمين وهندسة انضمّت إلى مشروع «نموذج الزلازل العالمي»، مما يمثل شراكة غير ربحية بين القطاعين العام والخاص، تتخذ من پاڤيا بإيطاليا مقرًّا لها، وبها نحو 20 موظفًا. أسهم هؤلاء الرعاة بأكثر من 90% من مبلغ 24 مليون يورو اللازم لإطلاق منصة «أوبن كويك» كاملةً، المقرَّر في نوفمبر 2014. أضف إلى ذلك.. هناك 9 مؤسسات، من بينها البنك الدولي، أصبحت أعضاء مشاركين لا يدفعون رسومًا.

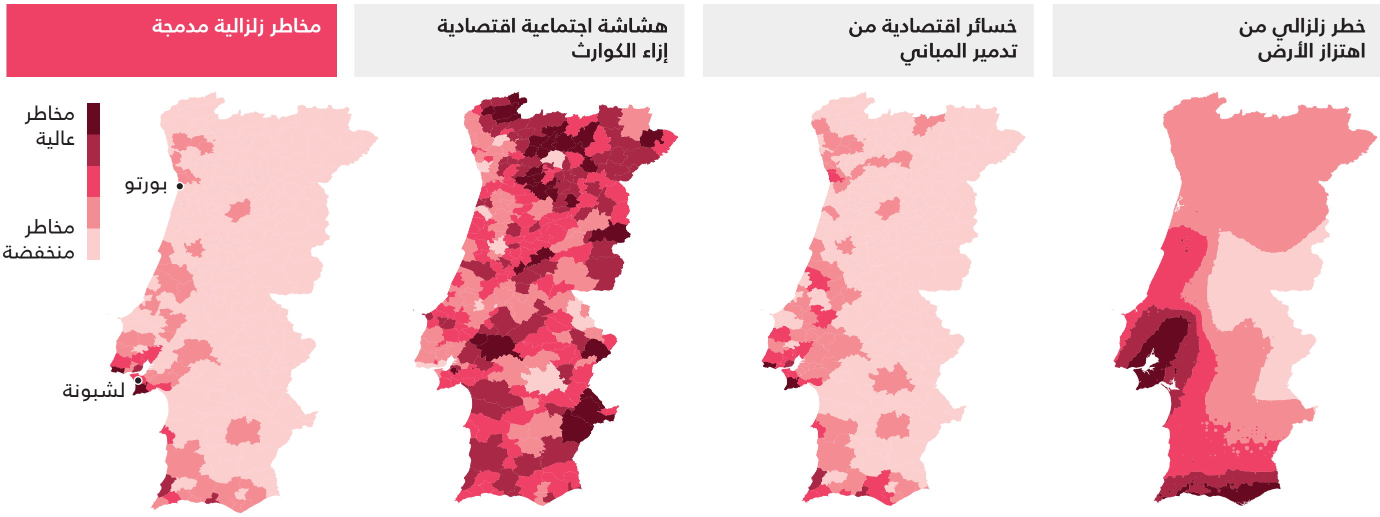
كان التعامل مع اهتمامات متباينة يمثل منحنًى تعليميًّا حادًّا بالنسبة إلى ستاين، الذي يقول «الكل له مصلحة»، و«قضايا يريد أن يتصدرها». في اجتماعات مجلس إدارة «نموذج الزلازل العالمي»، تجلس القطاعات المختلفة ـ حسب قول ستاين ـ في مجموعات حول طاولة اجتماعات على شكل حرف «U»، الدول على جانب، والشركات على جانب آخر، والمنظمات غير الحكومية في الوسط.

وبعض العلماء لا يشجع أن يكون للشركات مقعد على الطاولة من الأساس. يقول

مناطق الاضطراب

أدوات مشروع «نموذج الزلازل العالمي» تقيِّم مخاطر الزلازل بواسطة الجمع بين بيانات اهتزاز الأرض، وممارسات البناء، والهشاشة الاجتماعية الاقتصادية. يظهر مثال من البرتغال مخاطر مدمجة من زلزال بلغت شدته 8 درجات، كالذي دمر لشبونة في عام 1755.

SOURCE: GEM



روبرت جيلر من جامعة طوكيو متأملًا: «نفترض أنّ بالإمكان التلاعب بتقييم المخاطر؛ لتسويغ زيادة أقساط التأمين من الزلازل في مناطق بناء معينة»، لكن ستاين براجماتي في هذا الشأن، يقول: «إذا كنت تتحدث إلى وزير المالية، فلا بد أن تتحدث عن الاقتصاديات، وإلّا لن يعيروك اهتمامًا».

ولكي يكون موثوقًا ومستخدمًا بشكل واسع، يقول ستاين إنه ينبغي أن يُنظر إلى «نموذج الزلازل العالمي» على أنه مستقل، وشفاف، ومتاح الوصول إليه. وهذا هو سبب أن منصة «أوبن كويك» تستخدم برمجيات مفتوحة المصدر ـ وهذا ما جعل «نموذج الزلازل العالمي» يخطط أن يمنح بياناته ومنتجاته لأيٍّ كان ـ بما في ذلك الجمهور العام، والعلماء، والحكومات، إذا كانوا منخرطين في أعمال غير تجارية. وينبغي للشركات الراغبة في استخدام البيانات تجاريًّا أن تكون أحد رعاة هذه المنظمة. وقد طلب من الوكالات الحكومية تقديم إسهامات تتناسب مع إجمالي استثمارهم في البحث والتطوير. فدولة مثل الإكوادور، قد يبلغ إسهامها 15 ألف يورو سنويًّا، بينما تدفع ألمانيا 275 ألف يورو سنويًّا.

ويأمل المؤسِّسون أن تنضم البنوك والشركات من أجل بناء أسواق أو منتجات جديدة. ويمكنها استخدام بيانات وأدوات «نموذج الزلازل العالمي» لتطوير «سندات الكوارث»، وهو نوع من التأمين، يتحمل المستثمرون فيه المخاطر نظير مدفوعات، إذا لم يقع حدث محدد. طرحت الشركات مثل تلك السندات منذ أواسط تسعينات القرن الماضي، لكن الحكومات الآن منخرطة في هذا التحرك. في أوائل هذا العام، أصدرت مجموعة ـ تضم الحكومة التركية ـ سندات بقيمة 400 مليون دولار، إذا ضرب إسطنبول زلزال كبير في السنوات الثلاث القادمة.

دبلوماسيّة العلم

ينبغي على ستاين ـ الذي يرأس المجلس الاستشاري العلمي لمشروع «نموذج الزلازل العالمي» ـ أن يفعل أكثر من جمع وتنظيم بيانات ونماذج الزلازل. إنه جزء من الصمغ الإنساني الذي يضم القطاعات إلى بعضها، وهو منصب يتطلب مهارات الدبلوماسي ورجل المبيعات.

ظهرت هاتان المهارتان في ورشة عمل البلقان، عندما بدأ علماء الزلازل المجتمعون في الجدل حول عدم تساوي التمويل والمشكلات الأخرى في المبادرات الإقليمية السابقة لتحليل مخاطر الزلازل. وعند نقطة معينة، صرخ بعض المشاركين في وجه بعضهم عبر الطاولة. تركهم ستاين يقولون ما يشاءون، ثم بعد ذلك تَدَخَّل لتهدئة الأجواء؛ فطلب من كلٍّ بدوره بعد ذلك توضيح رؤيته، وعرض زيارة كل بلد في ذلك الخريف، لإقناع مسؤولي الحكومة ورؤساء الجامعات بدعم الباحثين.

وكلما أصبح «نموذج الزلازل العالمي» أكثر حضورًا وبروزًا، أدرك ستاين أنه سيكون هناك سجال مع الناقدين. وبعض أعضاء مجتمع علماء الزلازل يقولون إن رسم خريطة أخطار على أساس الزلازل القديمة تضليل؛ لأن السجل التاريخي قصير جدًّا، والزلازل الكبرى تقع غالبًا بأماكن لم تشهد زلازل سابقًا. فمثلًا، كانت خرائط المخاطر الزلزاليّة لمنطقة توهوكو Tohoku بشمال شرق اليابان، لا تتوقع زلزالا ضخمًا بحجم الذي ضربها في 2011. يتساءل باحثون آخرون، مثل بلهام، إنْ كانت الأهداف الهندسية للمشروع سيتم تشريعها كقوانين؛ ويجادلون بأن بلادًا عديدة لديها بالفعل قانون مناسب زلزاليًّا للبناء، لكنها فشلت في وضعه موضع التنفيذ، وهكذا.. لن تساعد نماذج أفضل لتقدير المخاطر.

تعامَلَ ستاين مع بعض الانتقاد بدعوة الرافضين للمشاركة في «نموذج الزلازل العالمي». وحضر سيث ستاين (لا قرابة له مع روس ستاين) ـ عالِم الزلازل بجامعة نورثويسترن في إيفانزتُن، إلينوي، الذي كان خصمًا منذ زمن طويل لبعض خرائط المخاطر الزلزالية (انظر: *Nature* **479**, 166–170; 2011) ـ ورشة «نموذج الزلازل العالمي». ورغم أن سيث ستاين يرى في مورد «نموذج الزلازل العالمي» مفتوح المصدر، ونهجه المعياري الموحد «خطوة طيبة في الاتجاه الصحيح»، يأمل أيضًا بأن يستفيد مجتمع علم الزلازل من المورد؛ لعمل تحليلات أوسع؛ تستكشف محدودية تحليل الأخطار الزلزالية.

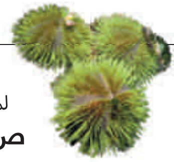
يبدو روس ستاين ـ متطلعا إلى الأمام ـ أكثر اهتمامًا بتأمين التمويل. سيحتاج «نموذج الزلازل العالمي» مشتركين أكثر لدفع أموال من أجل صيانة وتحديث قواعد بيانات المشروع في المستقبل، ويسعى للحصول على 10 ملايين يورو لتمويل البرامج الإقليمية الحليفة؛ لتعزيز التفاصيل المحلية لقواعد بيانات المخاطر. ولجذب الرعاة واستبقائهم على المدى البعيد، يجب على المشروع الاستمرار في طرح ميزات مفيدة للمخاطر ذات الصلة ـ مثل نماذج تشمل تسونامي، والانهيارات الأرضية، وميوعة التربة ـ التي تحدث عندما تُضعِف الهزات الزلزالية التربة إلى حدّ أنْ تبدأ في سلوك مسلك الموائع.

ورغم ذلك.. قد يكون أكثر التحديات صعوبة على المدى الطويل، هو التعامل مع رد الفعل العنيف على تقديرات المخاطر التي يحددها أو يقيمها «نموذج الزلازل العالمي». يقول ستاين إن هذا المشروع ليس منظمة دفاع عن قضايا ولا يتدخل في تقرير السياسات بناءً على تقديراته. ومع ذلك.. يتوقع ستاين: «سنواجه تعسفات.. حيث ستدفع بعض الحكومات في اتجاه معاكس لتقييمات نموذج الزلازل العالمي، لأنها تخالف أولوياتها».

في پاڤيا، بينما تختتم ورشة البلقان أعمالها، يمارس ستاين المهارات الدبلوماسية التي سيحتاجها لإنجاح مشروع «نموذج الزلازل العالمي». وبتحركه متجاوزًا المناقشات المريرة المبكرة، يقترح أن يوقع كل المشاركين رسالة مشتركة إلى مكتب مساعدة الكوارث الأجنبية الأمريكي؛ من أجل تمويل يمكِّنهم من الاجتماع مرة أخرى في غضون ستة أشهر. وتعهُّد كل علماء الزلازل بمواصلة التعاون. وسيكون مثل هذا الاجتماع أساسيًّا «إذا كنا نريد أن نقيم نموذجًا موحدًا منسقًا لمنطقة البلقان بأسرها»، حسب قول باربرا سكيت مونتيكار من معهد جوزيف ستيفان في ليوبليانا.

بعد ثلاثة أسابيع، وافق «مكتب مساعدة الكوارث الأجنبية» على تمويل ورشة أخرى للمجموعة. ويؤكد القرار بعض كلمات ستاين في وداع علماء الزلازل في البلقان: «لا تستهينوا أبدًا بقوة حماستكم». ■

جوان بيكر محررة تعليقات بدَوْرِيّة «نيتشر» في لندن.





ALI JAREKJI/REUTERS

راصدون في عمان، الأردن، يشاهدون عبور كوكب الزهرة عبر قرص الشمس في يونيو 2012

حان الوقت لنهضة فلكية عربية

«تحتاج الدول العربية الإسلامية إلى جيل جديد من المراصد؛ كي تتصدر المجال من جديد» **نضال جسوم.**

تَمَتَّعَ عِلْمُ الفلك الإسلامي بعصر ذهبي من القرن التاسع إلى القرن السادس عشر الميلادي، حيث وَضَعَتْ المراصدُ العظيمة في بغداد، ودمشق، ومراغة في إيران، وسمرقند، وإسطنبول خرائطَ للسماء؛ من أجل تعيين تواريخ الأعياد الدينية والمدنيّة، وكذلك من أجل علم التنجيم. وقد أدّت تلك الحسابات والنماذج المعقّدة إلى تقدُّم علم الرياضيات.

واليوم، يكاد لا يُرى عِلْمُ الفلك العربي على الخريطة العالمية. إنّ البحث العلمي في العالم العربي أصبح ضعيفًا، وعلم الفلك أضعف، بعكس دول أخرى لها ـ تقريبًا ـ الناتج المحلي الإجمالي نفسه للفرد، مثل تركيا، وإسرائيل، وجنوب أفريقيا. ومعظم البلاد العربية تنشر أقل من عشرة أبحاث في هذا المجال سنويًّا، وقليلًا ما يُستشهَد بهذه الأبحاث، بالإضافة إلى امتلاكها لعدد قليل من التليسكوبات الكبيرة القابلة للعمل، أو المخطط بناؤها.

إنّ الحالة المتردِّيّة لعلم الفلك تُعَدّ لغزًا في منطقةٍ لا يُعتبر التمويلُ فيها عائقًا، وخاصةً في دول الخليج الأكثر ثراءً، حيث تتمتع المنطقة بعديد من المواقع الممتازة للرَّصْد على ارتفاع أكثر من 2000 متر، وتتمتع بسماء صافية. إنّ الإقبال الجماهيري على هذا ◄

المجال قوي، حسبما يظهر من تعدُّد المنظمات المحليّة للهواة، والتجمعات الكبيرة للظواهر الفلكيّة، كالكسوف، وعبور المُذَنَّبات.. وعبور كوكب الزهرة ـ مؤخرًا ـ على قرص الشمس في يونيو 2012.

من وجهة نظري، أرى أنّ سبب إهمال البحث الفلكي هو نظرة الانتفاع المباشر من العلوم التي تسيطر على العرب المسلمين[1]. فالمبادئ الثقافية ـ كمبدأ خدمة الشعوب أولًا ـ دفعت الدول العربية إلى بناء قواعد للعلوم التطبيقية خلال النصف الثاني من القرن العشرين، من بينها الهندسة البتروكيميائية، والأدوية. وكانت المنطقة أيضًا في حاجة إلى تنمية البِنْيَة التحتية سريعًا بعد رحيل قوى الاستعمار. واليوم، هناك مجالات معينة ـ مثل الفيزياء النظرية ـ تُدرس على نطاق واسع، ولكن بتكلفة قليلة، وتحتل أولوية منخفضة. ويحتاج علم الفلك إلى مبانٍ ومعدات مرتفعة التكلفة، وفنِّيِّين على أعلى مستوى من الخبرة؛ للحصول على عائد ملموس.

«لا يجب أن يكون التمويل عائقًا كبيرًا، وبخاصّة في دول الخليج الأكثر ثراءً»

هناك مشكلة أخرى تواجه العرب المسلمين، وتتعلق بهذا المجال، وهي نقص الخبرة في إدارة المشروعات العلمية الكبرى، وهو عنصر ضروري لعمل المراصد والمراكز البحثية بفاعلية. والتليسكوبات الكبيرة القليلة التي بنيت في المنطقة في الخمسين سنة الماضية أديرت بشكل سيئ، وعادةً ما كانت غير قابلة للتشغيل؛ وأعطت نتائج قليلة سابقًا.

إنني أدعو الدول العربية إلى بناء جيل جديد من المراصد.. فعدة تليسكوبات متوسطة الحجم (بحيث يكون قُطْر المرآة مترًا أو مترين)، تكلفتها عشرات قليلة من مليونات الدولارات، سوف تُمكِّن الفلكيين العرب من اللحاق بالخطوط الأمامية في البحث عن النجوم فوق المستعرة، والشفق الناتج من انبثاق أشعة جاما والنجوم المتغيرة والكواكب خارج المجموعة الشمسية. وتحتاج الجامعات إلى وضع برامج تبادل دوليّة في علم الفلك؛ لتدريب وتوحيد الجيل الجديد من الفلكيين العرب. وهذه التطورات ستضاعف الاهتمام الأكاديمي والجماهيري بالعلوم الأساسية في المنطقة.

ماضٍ ذهبيّ

احتلَّ علم الفلك مكانةً مركزية في المجتمع منذ أوائل عصور الحضارة الإسلامية. ففي بداية القرن التاسع ـ بعد عقود قليلة من تأسيس بغداد كعاصمة للإمبراطورية الإسلامية الجديدة ـ أمرَ الخليفة المأمون (786 – 833 ميلادي) ببناء مرصدين: مرصد «الشمسية» بالقرب من بغداد، ومرصد «جبل قسيون» على المشارف العالية بدمشق. كان الهدف الأساسي منهما مراجعة الجداول اليونانية والهندية القديمة الخاصة ببيانات الشمس والقمر، ووضع التقويم الديني والمدنيّ. اشتملت المرافق على رُبع دائرة من الرخام ـ بلغ نصف قطرها خمسة أمتار ـ لقياس الزوايا السماوية، ومزولة بعقرب مركزي ـ العمود الذي يلقي الظل ـ بلغ ارتفاعها أكثر من خمسة أمتار.

تعتمد الممارسات الإسلامية على علم الفلك فيما يخص ثلاثة أغراض: حساب مواقيت الصلاة للمواقع والتواريخ المختلفة ـ التي تتوقف على الحركة الظاهريّة للشمس ـ وتحديد اتجاه مكة (القِبْلَة) من أجل الصلاة، ومعرفة مواعيد الأعياد الدينية، وخاصةً شهر رمضان، وشهر ذي الحجة (موسم الحجّ)، عن طريق رَصْد الهلال في بداية الشهر القمري. وتتسبب هذه الأغراض الثلاثة حتى الآن في نقاشات ساخنة بين الفلكيين والباحثين المسلمين.

تاريخيًّا، كان علم الفلك ضروريًّا أيضًا لأغراض الملاحة البحرية والبرية. وعَلِم الرَّحَّالون والبَحَّارون أن قوس القمر يشير إلى خط الشرق والغرب، وأنّ الظل الأقصر لعصا يوضح اتجاه الشمال والجنوب، وأنّ ارتفاع «بولاريس» ـ النجم القطبي ـ فوق الأفق يبيِّن خط العرض للمكان، ونجم «Mintaka»، وهو نجم في حزام أوريون، يتتبَّع خط الاستواء السماوي.

اتَّبع الحكام المسلمون أيضًا علم التنجيم، معتقدين أن بعض الأيام تكون أكثر ملاءمةً من غيرها للأنشطة الدنيويّة، أو القرارات المهمّة. فقدرة الفلكيين على التنبؤ بحركة الكواكب ومحاذاتها، والكسوف، وطور العرجون والبدر، كانت تُعَدّ من الأسلحة القوية في ذخيرة الحاكم. وكان للمَحاكم فَلَكِيٌّ مُقيم، وللمساجد ضابطُ وقتٍ «مُؤَقِّت».

شَيَّد الحكام في القرن الثالث عشر مراصد عظيمة كمراغة (في إيران الحالية)، الذي كان الأكبر في وقته على الإطلاق. واستخدم الفلكيّون والدارسون حول العالم أدواته المعقدة، التي اشتملت على نموذج «ذات الحَلَق» لحركة الأجسام السماوية، بلغ عرضه عدة أمتار، بالإضافة إلى مكتبة مكوَّنة من 400 ألف كتاب. ومن النظريات التي وُضعت.. هناك نظرية «مزدوجة الطوسي» ـ تربط بين الحركتين: الخطيّة، والدائرية ـ وضعها عالِم الفلك ناصر الدين الطوسي في عام 1247، واستخدمها من بعده نيكولاس كوبرنيكوس في هندسة مدارات الكواكب.



أسطُرلاب من القرن الحادي عشر، من بين استخداماته قياس المواقع السماوية

في القرنين الخامس عشر والسادس عشر، شُيِّدت مراصد أكثر روعةً. ففي مرصد سمرقند ـ الذي اكتمل بناؤه في عام 1429، ويُعرف الآن بمرصد «أُولوغ بيك» ـ احتوى مبنى ارتفاعه 30 مترًا على عشرة أجهزة. اشتملت تلك الأجهزة على «ذات الحَلَق»، و«رُبع سَمْتي»؛ لقياس الزاوية الأفقية للنجم من الشمال، وقوس الزوال الفلكي بنصف قطر 40 مترًا، الذي كان يقيس المواقع السماوية بدقةٍ تصل إلى ثوانٍ قوسيّة قليلة. ورغم أنّ مرصد إسطنبول ـ الذي بُني في عام 1577 ـ كان أصغر، إلّا أنه احتوى على عشرة أجهزة أيضًا، واشتغل به 15 عالِمًا فلكيًّا بدوام كامل[2]. وتم وضع جداول دقيقة لمواقع النجوم والكواكب والشمس والقمر في كلا المرصدين.

ولذلك.. فمئات النجوم والأبراج تحمل أسماء عربية، مثل النسر الطائر، وذَنَب الدجاجة، والنسر الواقع. واليوم، هناك أكثر من 20 فوهة قمريّة تحمل أسماء علماء فلك مسلمين، كالفرغاني، والبتّاني، والصوفي. وقد استخدم العالِم أبو ريحان البيروني (973 – 1048 ميلادية) علم الفلك وحساب المثلثات لحساب محيط الأرض بدِقّةٍ وصلت إلى 0.3% من القيمة المقبولة اليوم. والنساء المسلمات شاركن أيضًا: ففي القرنين العاشر والحادي عشر، ساعدت فاطمة المَدْرِيديّة ـ ابنة عالِم الفلك الأندلسي العظيم مسلمة المجريطي ـ أباها في وضع جداول مواقع النجوم والكواكب. وفي القرن العاشر، كانت مريم السورية صانعةً ماهرة للأسطُرلابات المستخدمة في المسح السماوي.

وابتداءً من القرن الثالث عشر، ضاعت المراكز التعليمية الكبرى ـ كالتي كانت في منطقة الإيبيري بالأندلس ـ وجعل الحُكّام المحافظون ورجال الدين للعلوم الدينية مكانةً أعلى على الدوام من أيّ علوم دنيويّة. اختفت الجامعات، وتحولت المراكز التعليمية القديمة إلى آثار، وانفصلت عن التطورات العلميّة في أوروبا. ونادرًا ما كانت تُخصَّص للمراصد مِنَح مالية (أوقاف)؛ وبالتالي نادرًا ما كانت تستمر لأكثر من سنوات أو عقود قليلة بعد إنشائها.

هكذا انتهى عصر المراصد الإسلامية العظيمة مع زوال الإمبراطورية العثمانية، ونهوض العلم الأوروبي. واعتمدت ممارسة علم الفلك ـ كغيره من العلوم في ذلك الوقت ـ على النوايا الحسنة للخليفة أو الراعي. وتم تدمير مرصد إسطنبول في عام 1580، بعد إنشائه بأقل من ثلاث سنوات، لأن المؤسسة الدينية أقنعت الحاكم الجديد بأنّ «التطلع إلى أسرار السماوات» فعل يستحق العقوبة، ويجلب غضب الله[2].

ونتيجة لذلك.. لم تتم مباشرة عِلْم الفلك وغيره من العلوم في البلاد الإسلامية حتى أواخر القرن التاسع عشر.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



PHOTO YOKO AZIZ/ALAMY

مرصد «أولوغ بيك» بسمرقند، أوزباكستان، اكتمل بناؤه في القرن الخامس عشر، واستخدمه العديد من مشاهير علماء الفلك المسلمين.

علم الفلك العربي اليوم

بدأت الحركة العلمية من جديد عندما استَعمرت القوى الأوروبية ـ وخاصّةً بريطانيا وفرنسا ـ أجزاء كثيرة من العالم العربي الإسلامي، جالبةً معها أفكارًا جديدةً، وتعليمًا، وإنْ كان لقلة مختارة.

وعلى سبيل المثال.. بُنِيَ مرصد الفيزياء الفلكية «لي» في لبنان ـ الذي يحمل اسم راعيه، التاجر البريطاني «هنري لي» ـ في عام 1873 بواسطة «كورنيليوس فان ألين فان دايك»، أستاذ الفلك الشغوف، والأستاذ بالجامعة الأمريكية في بيروت لاحقًا. واحتوى المرصد على تليسكوب بقطر مرآة 25 سنتيمترًا، وظل يعمل بكفاءة إلى أن تم إغلاق المرفق في عام 1980.

وفي عام 1891، أنشأ الفلكيّون الفرنسيّون مرصدًا فوق قمم التلال المُطِلّة على الجزائر، أسهمَ في مشروع الفهرس الفلكي المصوَّر (وهو مشروع دولي كبير، يهدف إلى وضع خرائط مواضع النجوم إلى درجة عالية من الدقة) بحوالي 1260 لوحًا فوتوغرافيًّا للسماء فيما بين عامي 1891، و1911.

وفي مصر، تم بناء مرصد حلوان في أوائل القرن العشرين[3,4]، وتم تأسيس قسم علم الفلك بجامعة القاهرة، وانضمت الدولة إلى الاتحاد الفلكي الدولي (IAU) في عام 1925 (مرجع 5).

مع الأسف، فإنّ خريطة عالمية لمراصد اليوم ستُرينا تليسكوبين متوسطي الحجم في العالم العربي: مصر، والجزائر. وإذا ما توجّهنا إلى جنوب أفريقيا؛ سنجدها تمتلك ستة مراصد كبرى، بما فيها «تليسكوب جنوب أفريقيا الكبير» SALT، بمرآة أوليّة يبلغ قطرها 11 مترًا، وهو أكبر تليسكوب بصري في نصف الكرة الأرضية الجنوبي. وتمتلك الهند ما لا يقل عن 12 مرصدًا، بما في ذلك المرصد الفلكي الهندي في «هانِل»، الذي يحوي تليسكوبا يبلغ قطر مرآته مترين.

أمّا أكبر تليسكوب أنشئ في العالم العربي على الإطلاق، فهو تليسكوب مرصد القَطّاميّة بمصر (قُطْر مرآته 1.88 متر)، ويوجد بالصحراء على بعد 75 كيلومترًا من القاهرة. بدأ العمل بالتليسكوب في مايو 1964، ولكنه لم يُستخدَم بكامل كفاءته لعقودٍ، أو كان معطلًا. وبعد تجديده في التسعينات، قال الفلكيّون المصريّون إن التليسكوب يعمل الآن، بالرغم من الأبحاث القليلة التي تنتج عنه.

وفي العراق، تم البدء في الثمانينات في تنفيذ خطة طموحة لإنشاء تليسكوبين، يبلغ قطر مرآتيهما 3.5، و1.25 متر، إلى جانب تليسكوب راديوي، قطر مرآته 30 مترًا[6]. وحالت الحروب ـ والدمار الناتج عنها بالتالي ـ دون إنهاء المشروع، وتمت محاولات لتجديد الخطط، لكن دون تقدُّم.

في الأعوام القليلة الماضية، تم إنشاء مرصدين في أجزاء أخرى من العالم العربي. فعلى ارتفاع 2750 مترًا، يحتوي مرصد «أوكايمدن» ـ بالقرب من مراكش بالمغرب ـ على تليسكوب آلي (05 سنتيمترًا) لأبحاث الكويكبات والمُذَنَّبات، تتم إدارته بواسطة جامعة القاضي عياد بمراكش، بالتعاون مع «إيرانوسكوب إيل دي فرانس» ـ وهي رابطة فلكيّة فرنسية للهواة ـ والرابطة الفلكيّة للهواة بمراكش. ويحتوي مرصد آخر في لبنان ـ أنشأته جامعة نوتردام في لويز ـ على تليسكوب (60 سنتيمترًا)، من المتوقع بدء العمل فيه قريبًا. ويوجد لدى دول عربية أخرى تليسكوبات أصغر، بمرايا تتراوح أقطارها ما بين 35، و50 سنتيمترًا.

وقد اقترحت دول عربية عديدة إنشاء تليسكوبات، تتراوح أقطار مراياها ما بين متر، ومترين، كالجزائر، وليبيا، وعمان، والسعودية، والإمارات، لكنْ لم يحدث تقدُّم يُذكر حتى الآن.

تحليل الأبحاث

للتأكيد على مدى سوء وضع البحث الفلكي بالمنطقة، قمتُ بمقارنة بيانات نشر الأبحاث والاقتباس منها للدول العربية بالبيانات الخاصة بأبحاث دول أخرى، مثل إيران، وإسرائيل، وجنوب أفريقيا، ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بيانات النشر

أبحاث الفلك العربية

للتأكيد على حالة البحث الفلكي العربي، قمتُ باستخدام شبكة «تومسون رويترز» للعلوم؛ للحصول على بيانات النشر في مجالي الفلك، والفيزياء الفلكية لكل دولة عربية خلال الفترة من 1 يناير 2000، حتى 31 ديسمبر 2009. وللمقارنة، قمت بتجميع البيانات المماثلة لتركيا، وإيران، وإسرائيل، وجنوب أفريقيا.

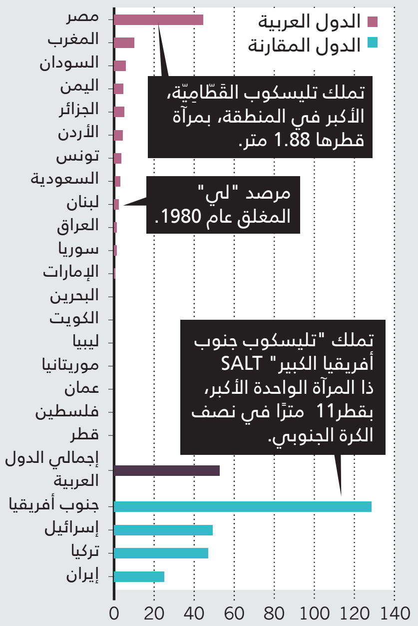
ولقلة أبحاث البلاد العربية، قمت بفحصها يدويًّا، وتغاضيت عن الأبحاث ذات الطابع النظري الشديد فيها. وكان لدول المقارنة عدد أكبر من الأبحاث، فقمتُ بفحص عيِّنة عشوائية من 200 بحث من كل بلد، وقارنتُ النتائج النهائية. وبالنسبة إلى البلاد العربية، كان هناك 40-50% من الأبحاث تم استبعادها (مما يعكس الطابع النظري للمجال في هذه البلاد). وبالنسبة إلى إيران، فكانت النسبة 78%؛ وإسرائيل 25%؛ وجنوب أفريقيا 19%.

بلغ عدد الأبحاث الفلكية من الأبحاث العلميّة في العالم العربي 3 أبحاث لكل 1000 بحث (تتراوح ما بين بحثٍ واحدٍ لدولة قطر، و6 للبحرين؛ وكانت هناك لليمن نسبة عالية استثنائية من الأبحاث، بالنظر إلى انخفاض إنتاجها العلمي عمومًا، حيث كان لها بحثان). وهذا مماثل لإيران (2)، وكانت النسبة في تركيا (3)، وهي نِسَب أقل بكثير من إسرائيل (14)، وجنوب أفريقيا (24) التي تقارب نِسَبها النِّسَب الأمريكية، والصينية، والهندية، واليابانية، والبرازيلية، والإسبانية، حيث تتراوح النسبة في هذه البلاد بين 10 ـ 25 بحثًا فلكيًّا لكل 1000 بحث منشور).

الإمارات العربية المتحدة ـ على سبيل المثال ـ ذات التعداد الذي يبلغ 8 مليون نسمة، وإجمالي ناتج محلي للفرد بَلَغَ 46000 دولار أمريكي في 2011، قامت بنشر 6000 بحث علمي خلال 10 سنوات، بينها 23 بحثًا فلكيًّا فقط. وإسرائيل ذات التعداد المقارب لتعداد الإمارات، وناتج محلي أقل من الإمارات بنسبة 30%، قامت بنشر 143000 بحث علمي، بينها 1500 بحث فلكي. وبالمثل، فمن بين 13000 بحث تم نشرها

ندرة الأبحاث

الدول العربية تنتج أبحاثًا فلكيّة أقل من دول تتمتع بالناتج الإجمالي المحلي ذاته ـ تقريبًا ـ للفرد.



الأبحاث لكل 1000 دولار أمريكي، كإجمالي الناتج المحلي للفرد.

بواسطة باحثين من لبنان، التي يصل تعداد سكانها إلى 4 مليون، وناتجها المحلي إلى 9000 دولار أمريكي للفرد، تم نشر 19 بحثًا فلكيًّا فقط. أما بيانات الاقتباس للرسوم التوضيحية، فهي صادمة أكثر من ذلك. وللمنشورات في 2000-2009، هناك 1507 اقتباسات من أبحاثٍ، كان المؤلِّف الأول لها عربيًّا، و1596 اقتباسًا من أبحاث تحمل اسم مؤلِّف عربي (ولكن ليس كمؤلِّف أول). وبمجموع 3103 اقتباسات، بالمقارنة بـ4355 اقتباسًا من تركيا، التي يبلغ تعداد سكانها خُمْس تعداد سكان الدول العربية. إحصاءات الاقتباس الخاصة بإسرائيل وجنوب أفريقيا كانت ـ على الترتيب ـ أكثر بمقدار 20، و9.5 ضعف العالم العربي.

وتركيا (انظر: «الأبحاث الفلكية العربية»). نشر الفلكيّون العرب أبحاثًا أقل عددًا، واقتُبس من أبحاثهم بشكل أقل من الفلكيين بهذه الدول الأربع الأخرى. وقام العالَم العربي بأكمله بنشر أبحاث فلكيّة أقل مما نشرته تركيا وحدها، وأقل بكثير مما نشرته جنوب أفريقيا، وإسرائيل كذلك. وكان وضع اقتباس الأشكال التوضيحية أسوأ، إذ كان الاقتباس من الأبحاث الفلكيّة العربية دائمًا أقل من الاقتباس من أبحاث تركيا، أو جنوب أفريقيا، أو إسرائيل.

بالنسبة إلى برامج الدرجات العلمية في الفلك والفيزياء الفلكية بالجامعات العربية، فيمكن عَدُّها على أصابع اليدين. كما توجد برامج صغيرة بمصر، والأردن، ولبنان، والسعودية، والسودان، والجزائر. وهناك عشرات فقط من بين ملايين الطلبة هم الذين يتخصصون في علم الفلك أو الفيزياء الفلكية في المرحلة الجامعية، أو مرحلة الماجستير، ونادرًا ما يستكمل الطلبة مرحلة الدكتوراة في أوطانهم.

ويتم إعداد المؤتمرات، والندوات، والمدارس الصيفية في هذا المجال، ولكن تأثيرها الأكاديمي متواضع. كما أن هناك اجتماعات كل عامين، يعقدها «الاتحاد العربي للفلك وعلوم الفضاء» AUASS ـ وهو منظمة دولية تربط بين علماء الفلك المحترفين والهواة في العالم العربي ـ لكنّ هذا الاتحاد لم ينشر أيّ دوريّات.

التطلع إلى الأمام

حان الوقت للحكومات، ووكالات التمويل، ومنظمات تشجيع العلوم، والجامعات بالعالم العربي أن تتطلع إلى ما وراء نظرة النفع المباشر من العلم؛ وتشجِّع نهجًا احترافيًّا في التعامل مع علم الفلك.

فالمشروعات الكبيرة في هذا المجال يمكن أن تُلهِم المجتمع العلمي والتقني، والقطاع التعليمي، والجماهير، وتغيِّر من الموقف العام تجاه أبحاث العلوم الأساسية.

ويمكن تحقيق ذلك عن طريق تنشيط الجهود؛ لبناء مراصد متقدِّمة بمرايا تتراوح أقطارها بين متر ومترين في عدة دول، وتأسيس برامج فلكية في جميع الجامعات الحكومية، وإقامة اتفاقيّات تبادل مع المعاهد الدولية، وتمويل الخريجين؛ لاستكمال دراستهم؛ ونَيْل درجة الدكتوراة من جامعات في الخارج.

يتمتع العالم العربي بمواقع وفيرة لمراصد متقدِّمة على عديد من قمم الجبال، على ارتفاع أكبر من 3000 متر. والسلاسل الجبليّة بشبه الجزيرة العربية، المحيطة بالإمارات، وعمان، والسعودية، واليمن تتمتع عادةً بما يتراوح بين 200 و250 ليلة صافية سنويًّا. ويبلغ أقصى ارتفاع للقمم الجبلية بشبه جزيرة سيناء 2600 متر، وتتمتع بـ 150 ليلة صيفية صافية سنويًّا على الأقل. وتوجد مواقع ملائمة مشابهة في عدة بلدان أخرى، كالعراق، والمغرب.

تستطيع دول الخليج الثرية التعاون لبناء مرصد على مستوى عالمي، يمكن أنْ تبلغ تكلفته من 50 إلى 100 مليون دولار أمريكي، شاملةً المعدات (تليسكوب بمرآةٍ قطرها متران، وفوتوميتر، ومقياس الطيف، وأجهزة حاسب، وشبكات سريعة، ومحطة طقس). هذا.. إلى جانب بناء غرف عمل واجتماعات، وغرف مبيت، ومناطق ترفيهية، وطرق محليّة، وبِنْيَة تحتيّة.

يجب على الجامعات العربية أن تتعاون من أجل هذا الهدف. كما يجب أن تُقام اجتماعات للخبراء؛ لوضع مقترحات تشريعية؛ للبدء في إعادة إحياء علم الفلك بالمنطقة. ويجب تدعيم هذه الأنشطة بواسطة المنظمات الدولية، كالاتحاد العربي للفلك وعلوم الفضاء، والاتحاد الفلكي الدولي؛ لممارسة الضغط على الحكومات. ومن الضروري أن تطرح الجامعات العربية الرئيسة برامج في الفيزياء الفلكية. إن مكانة عِلْم الفلك العالية في الثقافة الإسلامية العربية لا بد من استعادتها من جديد. ■

نضال جسوم أستاذ الفيزياء والفلك بالجامعة الأمريكية في الشارقة، الإمارات.
البريد الإلكتروني: nguessoum@aus.edu

1. Guessoum, N. *Nature Middle East* http://dx.doi.org/10/mrn (2012).
2. Sayili, S. *The Observatory in Islam* (Arno Press, 1981).
3. Hady, A. A. *Adv. Space Res.* **42,** 1800–1805 (2008).
4. Hassan, S. M. ‘Kottamia Telescope Upgrading’ in *Developing Basic Space Science World-Wide* (eds Wamsteker, W., Albrecht, R. & Haubold, H. J.) 237–240 (Springer, 2004).
5. Aiad, A. *IAU Colloq.* **105,** 398–399 (1990).
6. Al-Naimiy, H. M. K. *Proc. IAU Symp.* **260,** 429–437 (2011).

SOURCE: THOMSON REUTERS WEB OF SCIENCE

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



TYRONE TURNER/NATL GEOGR. SOC./CORBIS

سكان جرينسبرج، كنساس، وإعادة بناء مجتمعهم مع منازل موفرة للطاقة، بعد أن دمر إعصارٌ البلدة في عام 2007.

الطاقة الإيجابية

يرى **كريس نيلدر** أنه لتغيير المواقف تجاه نقص الطاقة والتغير المناخي، يجب التركيز على التحولات والحلول، وليس الخطر والخسارة.

«أحيانا أُسأل عما إذا كنت متفائلا أو متشائما بشأن مستقبل الطاقة»، هكذا اعترف الخبير الاقتصادي دانيال يرجين في عام 1979،عندما كان محاضرا في كلية هارفارد للأعمال في كامبريدج، ماساتشوستس. معبرا عن قلقه من كون الولايات المتحدة الأمريكية تبذل جهدا ضئيلا للحفاظ على إنتاجها النفطي الذي تدهور منذ عام 1970، معربا عن أنه متشائم حيال الوضع. ومشيرا إلى ما يسمى «ذروة النفط»: وهي أن إنتاج النفط العالمي سوف يصل إلى ذروته ثم ينخفض. وكانت الولايات المتحدة غارقة في أزمة طاقة بلا طريق سهل للخروج منها.

وما يزال هذا صحيحا اليوم، ولكن يرجين الآن هو واحد من أعلى الأصوات حديثاً لقادة العالم عن موضوع الوفرة المستقبلية للنفط. في مقال افتتاحي عام 2011[1] بصحيفة وول ستريت جورنال، أكد يرجين أن التقدم التكنولوجي متواصل في إيجاد كميات جديدة من النفط، وأن الذروة «لا تلوح في الأفق».

مثل هذه الرسائل من وفرة النفط هي المنتشرة في وسائل الإعلام والدوائر السياسية. الحقيقة هي أن توقعات ارتفاع إنتاج النفط لم تخفت مع ثبوت خطئها المستمر. ولقد عرض المتشائمون بشأن حالة النفط توجها أكثر دقة منذ أن تم التنبؤ بذروة النفط لأول مرة في عام 1956 بواسطة إم كنج هوبرت، وهو عالم جيولوجي كان يعمل بشركة شل للبترول في هيوستن، تكساس، وبهيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية. فلماذا لم ينل هذا التوجه أي انتباه؟

أعتقد أن الناس ببساطة يريدون سماع رسالة إيجابية. في كثير من الأحيان، يشجع العلماء والمحللون على اللامبالاة والمقاومة، وذلك عندما يحيطون مناقشات الطاقة والتغير المناخي بإطار الخطر والخسارة. إن عرض مثل تلك الموضوعات المركبة من خلال مجموعة من التعريفات والمفاهيم التقنية المتقدمة، وتخفيف حدتها من خلال تدابير سياسية غامضة لا يجدي.

إن الحديث عن قصة متفائلة، باستخدام لغة الحلول، والتحولات، والمرونة، هو أكثر إقناعا، ويكون أكثر قابلية لتعزيز العمل النافع. فمثلا من غير المتوقع أن بلدة ريفية صغيرة سوف تدعم بناء محطات طاقة من الرياح لمواجهة تغير المناخ، ولكنها قد تدعم مثل هذا المشروع إذا تم النظر إلى هذه المحطة على أنها وسيلة لخلق فرص عمل وتحسين الاقتصاد المحلي، مما يساعد على تمكين المجتمع ويعزز الاعتماد على الذات.

قصص الوفرة

إن وكالات مثل «الوكالة الدولية للطاقة» IEA في باريس و»إدارة معلومات الطاقة الأمريكية» EIA في واشنطن، وكذلك البنوك الكبرى ووسائل الإعلام، تؤكد لنا باستمرار أن إمدادات الطاقة ستلبي الطلب في المستقبل، وأن التقدم التكنولوجي سيساعد على توفير الطاقة بسعر معقول. ولقد وُصفت الطفرة النفطية الضيقة في الولايات المتحدة (من التكوينات الجيولوجية الصخرية) بأنها «تبديل أدوار»، مع مزاعم بأن الولايات المتحدة تستعد لكي تتخطى المملكة العربية السعودية؛ لتكون أكبر منتج للنفط في العالم بحلول عام 2020 (مرجع رقم 2).

في الواقع، أصبح من الصعب وعلى نحو ◄



المدن التي تمر بمرحلة تحول مثل جرونينجن في هولندا تستخدم مبادرات محلية لإنتاج الطاقة المتجددة وجعل مجتمعاتهم أقل اعتمادا على النفط.

B. SCHMID/AMANAIMAGES/CORBIS

◀ متزايد إمداد الوقود بسعر معقول. لقد توقف تزايد الإنتاج العالمي من النفط التقليدي بنهاية عام 2004. وتضاعف الاستثمار في صناعة النفط خلال الفترة من 2004 إلى 2012، ليبلغ 600 مليار دولار أمريكي في السنة، في حين تضاعفت أسعار النفط أربع مرات تقريبا. ولكن متوسط الإنتاج السنوي تزايد بنسبة 4.3% فقط. لقد كان هذا بمنزلة الفرامل لحركة الاقتصاد العالمي.

إن تقديرات «إدارة معلومات الطاقة الأمريكية» - غير المؤكدة بشكل مرتفع- لموارد النفط غير المثبتة والقابلة للاسترداد من الناحية الفنية (وليس بالضرورة قابلة للنمو اقتصاديا) في الولايات المتحدة بمقدار 58 مليار برميل – أي ما يكفي استهلاك 8.6 سنوات في الولايات المتحدة[3]. وعادة ما تؤكد وسائل الإعلام وصناعة الطاقة أن الولايات المتحدة لديها ما يكفي 100 سنة من إمدادات الغاز، في حين أنه ثبت أن احتياطيات الغاز الجاف تكفي فقط 12.5 عاما بمعدل الاستهلاك في الولايات المتحدة لعام 2012.

حتى معهد البترول الأمريكي في العاصمة واشنطن، جماعة الضغط الرئيسية في مجال صناعة النفط في الولايات المتحدة، يعترف بأن إمدادات النفط العالمية «تتناضل لمواكبة الطلب المتزايد». في عام 2010 قامت «إدارة معلومات الطاقة الأمريكية» بمراجعة توقعاتها القديمة، فوجدت أنها قد قللت وبدرجة كبيرة أسعار النفط والغاز الطبيعي والفحم لأكثر من عقد من الزمان[4].

توقعت أيضا «الوكالة الدولية للطاقة» تضاعف إمدادات النفط في الشرق الأوسط بين عامي 2000 و 2030، مع إضافة 10% أخرى من رمال القطران الكندية، والنفط الثقيل من فنزويلا والغاز المسال، وهي العملية التي يتم فيها تحويل الغاز الطبيعي إلى وقود سائل. وقبل بضع سنوات، كان ينظر إلى الوقود الحيوي بحسبانه حلاً. وتبدو الآن هذه التوقعات سخيفة.

تبين أن تحول الإيثانول إلى وقود منخفض الجودة عملية مكلفة، حيث أدى ذلك إلى ارتفاع أسعار المواد الغذائية وأثار أعمال شغب في تورتيلا- المكسيك عام 2007.

بلغ إنتاج النفط من رمال القطران الكندية 1.6 مليون برميل يوميا في عام 2012، ما يزيد قليلا على نصف ما كان متوقعا في عام 2006. وما زال النفط الثقيل والوقود السائل المنتج من الفحم يحاولان التوسع للتواجد بكلفة معقولة. أما «اقتصاد الهيدروجين» الذي روج له في عام 2005 واضعو السياسات وممثلو الصناعة كرؤية تحول، فقد تلاشى غير مأسوف عليه.

وتستند قصص الوفرة تلك بصفة عامة إلى النماذج الاقتصادية التي ترسم مسارا للنمو الاقتصادي. ولكنها لا تستند إلى الموارد الفعلية، بالإضافة إلى تبني افتراضات قد تكون متحيزة. والكثير منها معيب (انظر: go.nature.com/3bjdu3).

يتوقع العلماء والاقتصاديون أصحاب الخبرة في شركات النفط والغاز ووكالات الطاقة أن المعروض العالمي من الوقود السائل سيبدأ في التراجع قبل عام 2020. يبدو أن تلك النبوءات تقترب من الصواب، وتشمل القائمة جان لاهيري من شركة توتال في باريس، وعالم الجيولوجيا كولن كامبل، والمحلل الجيولوجي والاجتماعي جيريمي ليجيت، والمحلل النفطي بـ«الوكالة الدولية للطاقة» سابقا أوليفير ريخ، والخبير الاقتصادي مايكل كمهوف من صندوق النقد الدولي في واشنطن. ومع ذلك، فعدد قليل من الناس استمع لهم، وتجاهلهم وسائل الإعلام بشكل عام، وهكذا أُخمد الحوار العام الجاد حول سياسات الطاقة[5].

سلوك متغير

على العلماء أن يتعلموا كيفية إخبار حكاية مقنعة حول مستقبل الطاقة وتغير المناخ وندرة الموارد كما يفعل المعلنون أو جماعات الضغط. لكي يجد شخص ما رابطا مع القصة المتلوة عليه، يجب أن تكون متسقة مع معتقدات مجتمعه[6]. فكما لاحظ عالم النفس دان كاهان: «الناس يؤيدون ما يتفق وعلاقاتهم مع الآخرين الذين يرتبطون معهم بالتزامات هامة»[7]. وهذا ما يفسر، على سبيل المثال، لماذا يمكن للجماعات التي على طرفي نقيض سياسيا أن تعتنق وجهات نظر متطابقة حول قضايا متنوعة مثل زواج المثليين وتغير المناخ.

يجب علينا أيضا أن نكيف وسائلنا الاتصالية، آخذين في الاعتبار أن تفكير الجماهير عادة تلقائي ولا يتبع منطقا عقلانيا، كما أشار عالم السلوكيات الحائز على جائزة نوبل في الاقتصاد دانيال كانيمان. فنحن نؤمن بالروايات التي تناسب عواطفنا وشراكاتنا وخبراتنا، بدلا من الاهتمام بتقييم الأدلة. لهذا السبب اكتسبت قصة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الذروة النفطية رواجًا في الصحافة في عام 2008، عندما قفزت أسعار النفط والبنزين – انسجمت مع تجاربنا. وعندما انخفضت الأسعار، تلاشت القصة. كما أظهر جوجل من خلال مخطط إحصائي للاستعلام عن عناوين الأخبار، علاقةً قوية بين عبارات البحث: ‹ذروة النفط›، ‹أسعار النفط› و‹أسعار البنزين› (انظر: go.nature.com/p3ihnm).

وبالمثل، تجذب الأحداث المناخية العنيفة -مثل العواصف والأعاصير- انتباهَ الجمهور بطريقة فشلت في القيام بها عقود من التحذيرات حول ظاهرة الاحتباس الحراري، على الرغم من أن العلاقة بين الاثنين معقدة. إعصار ساندي، الذي دمر الساحل الشرقي للولايات المتحدة في أكتوبر 2012، دفع بحاكم ولاية نيويورك، أندرو كومو، ليعلن أن «أي شخص يقول إنه لم يكن هناك تغيير جوهري في أنماط الطقس هو في حالة إنكار مَرَضية». وتظهر نتائج البحث عبر جوجل عن كل من «إعصار ساندي» و«الطاقة المتجددة» أكثر من مليون نتيجة.

يجب أيضا أن تكون القصة إيجابية ليتم تركيز الضوء عليها في الصحافة. تحري الدقة أصبح مملا في عالم الصحافة الإغرائية؛ فالمحررون والصحفيون يريدون نشر القصص التي تحظى بالشعبية. إذا كنا نريد العمل على تحول الطاقة ومكافحة التغير المناخي، فيجب علينا أن نقدم حلولا واقعية وقابلة للتطبيق، لا يذهب المال للمشاكل، إلا لإصلاحها. يجب أن ندعو إلى حلول، متفائلة، قابلة للتطبيق، مناسبة للرؤية العالمية.

قصص التحول

ر. ريكس باريس، رئيس بلدية موجافي ديسيرت في لانكستر، بولاية كاليفورنيا -مجتمع يميني، بالضواحي، ذو طبقة متوسطة، حيث يعمل كثير من الناس في قاعدة سلاح الجو- اتخذ ذلك الجانب الإيجابي في سعيه إلى جعل مدينته الأولى من نوعها في الولايات المتحدة التي تصل بها نسبة انبعاثات الكربون إلى صفر.

أعلن باريس خلال مؤتمر الطاقة في أبريل الماضي أنه «لا يمكن علاج [التغير المناخي] من أعلى إلى أسفل، ولكن من السهل الإصلاح من أسفل إلى أعلى». بدلا من إخافة المواطنين، وظف إدارتي الإسكان والتخطيط بالمدينة لتشجيع الطاقة الشمسية. لانكستر الآن لديها إنتاج من الطاقة الشمسية للفرد أعلى من أي مدينة أخرى في ولاية كاليفورنيا.

كما أنها أصبحت أول مدينة في الولاية تطلب من مطوري المنازل الجديدة ألا يقل إنتاج الطاقة الشمسية عن 1 كيلووات لكل منزل يبنونه. وقد تابعت بلدة صغيرة هي سيباستوبول بولاية كاليفورنيا هذه المنظومة، حيث طلبت تركيب أنظمة الطاقة الشمسية على جميع المباني الجديدة، والإضافات الرئيسية وإعادة التصميم.

وقد طُبق هذا النهج التصاعدي أيضا ببلدة زراعية صغيرة من جرينسبرج، كنساس. بعد أن دمر إعصار معظم المدينة في عام 2007، وتجمع السكان معا و«بدأوا فورا بالحديث عن المباني الخضراء»، كما قال عمدة البلدة، بوب ديكسون. وأطلقوا بيان المهمة الجديدة التي تركز على «العمل معا من أجل الأجيال القادمة»، والتي يتعين من خلالها أن تُعتمد جميع المباني الجديدة من قبل رئاسة تصميم الطاقة والبيئة تبعا لنظام تصنيف الأبنية المستدامة. حقل طاقة



BEN MARGOT/AP

أحد سكان سيباستوبول، كاليفورنيا، يضبط لوحة طاقة شمسية. البلدة تشترط الخلايا الكهروضوئية على المنازل الجديدة.

الرياح الجديد لمجتمع المدينة، التي بنيت من خلال شراكة بين القطاعين العام والخاص، صدرت جزءا من إنتاجها البالغ 12.5 ميجاوات من الكهرباء إلى المدن الأخرى المجاورة.

وتعد حركة «المدن المتحولة» -التي تأسست في المملكة المتحدة عام 2005- الشبكةَ الأساسية لمجموعة من المجتمعات؛ استجابة منها لحل مشاكل ذروة النفط، وتدمير المناخ وعدم الاستقرار الاقتصادي. وأزعم أن هذه المبادرة قدمت الكثير لبناء القدرة على مواجهة هذه التهديدات، أكثر مما قدمه أصحاب نموذج الذروة النفطية في أي وقت مضى. «المدن المتحولة»، التي تغطي أماكن متنوعة مثل توكسون في ولاية أريزونا وجرونينجن في هولندا، وجدت السبل لجعل مناطقهم أكثر استدامة، من خلال إنشاء الحدائق المجتمعية، وبناء أنظمة الطاقة الشمسية وفعاليات التنظيف المتدرج للنهر، بالإضافة إلى أشياء أخرى. هذه الشبكة تضم الآن آلاف المدن من جميع أنحاء العالم.

«أعتقد أنه يجب تشجيع هذه التدابير المحلية لتكون دافعا لنا للتحرك بعيدا عن الاعتماد على الوقود الأحفوري»

لماذا نجحت هذه المحاولات المحلية؟ يفضل الناس الشعور بأنهم جزء من الحل، بدلا من أن يكونوا رهينة لمشاكل غير ملموسة وغامضة مثل الاعتماد على النفط والتغير المناخي. إن الناس أسرى الأشياء التي تعطيهم الأمل والتفاؤل. ويجب أن تكون الاستفادة من هذه المشاعر هدفا عاما لأولئك الذين يسعون إلى حلول مستدامة.

أعتقد أنه يجب تشجيع هذه التدابير المحلية لتكون دافعا لنا للتحرك بعيدا عن الاعتماد على الوقود الأحفوري ونحو الطاقات المتجددة، وبعيدا عن السيارات الخاصة إلى وسائل النقل العام. بدلا من التحريض على آليات سياسية غير مباشرة وعقابية مثل الضرائب على الكربون، ينبغي لنا الدعوة إلى تبني خطط التعرفة التي تشجع الطاقة المتجددة، خطوط سكك حديدية أفضل، شوارع صديقة للدراجات، إنتاج غذائي محلي، وإدخال تحسينات على كفاءة بيئتنا المبنية (انظر go.nature.com/jly7qv).

ويمكن لزيادة استخدام السكك الحديدية خفض الطلب على النفط بشكل دائم وعلى نطاق واسع. ولكن يجب علينا تسليط الضوء على مميزات أسلوب الحياة هذا: القطارات أكثر أمانا، وأرخص، وأكثر استرخاء وأكثر إنتاجية من بقية وسائل النقل. ومنذ ارتفاع أسعار النفط عام 2008، أظهرت العديد من الدراسات أن الركاب يفضلون استخدام وسائل النقل العام لهذه الأسباب.

إن الرسائل حول التغير المناخي والطاقة، التي تستخدم تكتيكات الخوف والقائمة على التهديد، لم تؤد إلى الاستجابة الملموسة. دعونا نجرب مسارا إيجابيا بدلا من ذلك. وكما يقول مثل المبيعات القديم: «بع أزيز الطهي، وليس شريحة اللحم». ■

كريس نيلدر هو محلل الطاقة واستشاري مقيم في مقاطعة مارين، كاليفورنيا. له مدونة GetRealList.com.
بريد إلكتروني: chris@getreallist.com

1. Yergin, D. 'There will be oil' *The Wall Street Journal* (17 September 2011).
2. International Energy Agency. *World Energy Outlook 2012* (IEA, 2012).
3. US Energy Information Administration. *Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources* (EIA, 2013).
4. US Energy Information Administration. *Annual Energy Outlook Retrospective Review: Evaluation of Projections in Past Editions (1982–2009)* (EIA, 2010); available at http://go.nature.com/x1yett.
5. Littlefield, S. R. *Energy Policy* **52,** 779–788 (2013).
6. American Psychological Association. *Psychology and Global Climate Change* (APA, 2009); available at http://go.nature.com/54yxp3.
7. Kahan, D. *Nature* **463,** 296–297 (2010).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

استعدّوا لمواجهة تحمّض المحيطات

يدعو **سام دوبونت** و**هانز بورتنر** إلى إجراء تجارب أكثر تعقيدا يمكن لها استطلاع كيفية تأثير انخفاض الرقم الهيدروجيني لحموضة المحيطات على الأنظمة البيئية البحرية مع زيادة حرارة المناخ.

تزداد حاليا حموضة المحيطات عن ذي قبل؛ نتيجة لأنها تقوم بإذابة كميات أكبر من ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي. وقد زاد معدل حموضة المحيطات منذ عام 1850 بنسبة 30%، ويمكن أن يتضاعف مرتين أو ثلاثا بحلول عام 2100 مع تزايد انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون نتيجة زيادة السكان ونشاطاتهم البشرية. سوف يؤدي تحمّض المحيطات إلى تعرض الأنظمة البيئية البحرية لتغيرات كبيرة لم يبدأ العلماء في فهمها إلا مؤخرا.

ركّزت الأبحاث السابقة في هذا المجال على الاستجابات الفورية للأنواع البحرية الحية المنفردة لظاهرة التحمض، لكن العلماء يدركون الآن أن بعض الأنواع البحرية تعد أكثر مرونة في مواجهة ارتفاع معدل الحموضة من أنواع أخرى. التحدي الماثل الآن هو فهم كيفية رد فعل الأنظمة البيئية بشكلها المتكامل على منظومة من المؤثرات والضغوط المرتبطة بالمناخ، بما فيها درجات الحرارة.

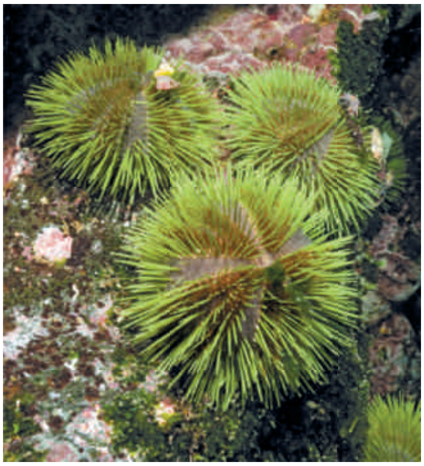
نعتقد أن مجال البحث الخاص بظاهرة تحمض المحيطات يجب أن يتحول من دراسة الأنواع الحية المنفردة في ظروف تجارب بسيطة إلى تجارب أكثر تعقيدا وشمولية. يجب أن تتضمن هذه التجارب جميع مراحل دورة الحياة للأنواع المستهدفة، وشبكات التغذية الخاصة بها، وأن تمثل التعقيد البيئي، وتستمر لمدة أشهر أو سنوات. الهدف من هذه التجارب يجب أن يكون تطوير منظومة من المبادئ الموحّدة التي تسمح بتحديد ماهية الأنواع والأنظمة البيئية الأكثر حساسية لحمايتها في مواجهة زيادة نسبة حموضة المحيطات.

مرونة مفاجئة؟

لقد كنا على علم منذ عقود بأن ظاهرة تحمّض المحيطات تهدد الكائنات التي تقوم ببناء محيط خارجي من الكالسيوم، مثل المرجان والرخويات وبلح البحر ونجوم البحر، ويصل التهديد بالبعض إلى درجة الانقراض خلال عقود. لكن المفاجأة التي ظهرت خلال السنوات القليلة الماضية هي أن بعض تلك الأنواع لها مرونة في مقاومة التحمّض، وذلك مثل الرخويات التي تترعرع في مضيق كيل بألمانيا، على الرغم من التدفق الموسمي لمياه غنية بثاني أكسيد الكربون[1].

وقد تكون بعض الكائنات الأخرى هشة تارة ومقاومة تارة أخرى، في أوقات مختلفة من دورة حياتها، مثل بعض أنواع العوالق البحرية والأسماك وقنافذ البحر. في البداية تنتج إناث قنفذ البحر الأخضر *Strongylocentrotus droebachiensis* المعرضة للتحمض نحو خمس عدد البيض، مقارنة بالإناث في مياه البحر ذات درجات الحموضة العادية. ولكن بعد 16 شهرا من الولادة تقوم هذه الأفراد في سن البلوغ بالنمو والتكاثر بشكل طبيعي، وتقوم بإنتاج قنافذ بشكل طبيعي. ولكن القنافذ اليافعة تبقى حساسة للتحمّض وتظهر نسبا من الوفاة تصل إلى تسعة أضعاف النسبة الطبيعية[2].

يتضاعف تأثير تحمض المحيطات على الأنواع الحساسة على مدى النظام البيئي بأسره. على سبيل المثال تعد المجدافيات -وهي من أهم المصادر الغذائية للأسماك- نوعا مقاوما للتحمض، ولكنها سوف تتناقص أعدادها عندما تتأثر مصادرها الغذائية الذاتية وهي العوالق النباتية. أما بالنسبة لبلح البحر فإن توافر مصادر غذائية بكثرة قد يُحدث تناقضا في توازن الطاقة التي يبذلها بلح البحر من أجل مقاومة تأثير تحمّض البحر[1].



تحتاج قنافذ البحر الخضراء إلى 16 شهرا للتأقلم مع ظروف تحمّض المحيطات

PETER SCOONES/NATUREPL.COM

سيؤدي تزايد تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي أيضا إلى إحداث زيادة في معدلات درجات الحرارة في العالم. تعد درجة الحرارة عاملا دافعا رئيسيا للتغير البيولوجي. تعيش الأنواع الحية ضمن مدى محدد من درجات الحرارة، وتعد حساسة لأي تغير في درجات الحرارة لحدودها القصوى. تنظّم عملية تحمّض المحيطات استجابة الأنواع الحية لدرجات الحرارة وبالعكس. في الوقت الذي يبدو فيه التسخينُ الطفيف لدرجة الحرارة الأكثر برودة في نطاق تحمل الكائنات الحية أمرًا مستحبا، فإن التعرض لدرجات حرارة أكثر سخونة يزيد من حساسية بعض الأنواع -ومنها السرطانات العنكبوتية القطبية *Hyas araneus*- للتحمّض[3]. يمكن أن يكون التأثير التراكمي للتغير المحلي في درجة الحموضة ودرجة الحرارة والإثراء الغذائي الذي يتسبب عن النشاطات البشرية أو التلوث أكبرَ من تأثير كل عامل منها منفردا.

من أجل فهم كيف يمكن أن تبدو المحيطات في المستقبل، يحتاج علماء البحار إلى تقييم كيفية استجابة الأنظمة البيئية بشكل شمولي لزيادة درجة الحموضة في نطاق زمني طويل بدرجة كافية لمتابعة أجيال من الكائنات؛ لمعرفة أي منها يموت أو يتأقلم مع تغير الظروف. لأن التحمّض يحدث بالتوازي مع التغيرات البيئية التي يحدثها الإنسان فإن مثل هذه التجارب يجب أن تكون متطورة وواقعية. لا يمكن لتجربة واحدة أن تعكس مدى تعقيد النظام البيئي، ولذلك لا بد من استخدام منظومة من التوجهات المختلفة.

ستظل للدراسات على الأنواع الحية المنفردة قيمتها العلمية. يمكن للتجارب التي تنفذ في الأنظمة البيئية الصناعية متوسطة الحجم (أجزاء من الأنظمة البيئية التي يتم إخضاعها للظروف المخبرية المطلوبة) أن تكشف دور بعض التفاعلات البيولوجية. يمكن للمراقبة والنمذجة البيولوجية والكيميائية المتكاملة أن تكشف أيضا عن الاختلافات الطبيعية في ردود أفعال النظام البيئي. كما يمكن لدراسة الأنواع الحية ضمن مدى درجات الحرارة والحموضة الخاضعة للتجارب أن تسهم في تقييم ومعرفة أي من الأنواع سوف يتأقلم.

تأثيرات على النظام البيئي

مع أن أعداد الباحثين والتمويل والمنهجيات ستبقى دائما محدودة، نعتقد أن هذا المجال البحثي تعرقله مشكلة أكبر بكثير، وهي غياب المعرفة حول المبادئ الشمولية التي تحكم كيفية تأثير تحمّض المحيطات على الأنواع والأنظمة البيئية. هذه ستكون أمورا جوهرية من أجل التصدي لقضايا مثل التحولات في العمليات البيوجيوكيميائية، مثل تثبيت النيتروجين، والتفاعل بين الحيوانات والنباتات والبكتيريا.

سوف يتطلب توضيح مثل هذه المبادئ الشمولية توجها متعديا للتخصصات، يقوم ببناء منظومة من الأبحاث العلمية ضمن وما بين المشاريع الوطنية والدولية حول تحمّض المحيطات، وبالتالي فإن إنشاء المركز الدولي التنسيقي حول تحمّض المحيطات في يونيو 2012 هو خطوة أولى مرحب بها.

يؤثر تحمّض المحيطات بالفعل على الأنظمة البيئية البحرية وخدماتها للبشرية حاليا. وفي سياق المدى الطويل من السنوات، الذي سوف تحتاجه المحيطات لكي تقوم بعكس هذه التغيرات في كيمياء المحيطات. نعتقد أن البحث العلمي يجب أن يتجه نحو إيجاد الحلول، وليس فقط توثيق الكارثة التي تحدث حاليا. بشكل حتمي فإن تقليل تراكيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي هو وحده الذي سيؤدي إلى تخفيف تحدي تحمّض المحيطات. في هذا الوقت يمكن للعلماء أن يسهموا في تحسين الفهم العام للتأثيرات البيولوجية لتحمّض المحيطات وتحديد الأنواع الحية والأنظمة البيئية الأكثر تعرضا للخطر. يمكن لنا أيضا أن نكسب بعض الوقت من خلال تقليص الضغوط البشرية على الأنظمة البيئية البحرية، مثل الصيد الجائر والإثراء الغذائي والتلوث. ■

سام دوبونت هو عالم بحار في جامعة جوتنبرج في كرايستنبرج في السويد. **هانز بورتنر** هو أستاذ الفسيولوجيا البيئية في معهد ألفرد فاجنر في بريمر هافن في ألمانيا
بريد إلكتروني: sam.dupont@bioenv.gu.se

1. Thomsen, J. *et al. Biogeosciences* **7,** 3879–3891 (2010).
2. Dupont, S., Dorey, N., Stumpp, M., Melzner, F. & Thorndyke, M. *Mar. Biol.* http://dx.doi.org/10.1007/s00227-012-1921-x (2012).
3. Pörtner, H. O. & Farrell, A. P. *Science* **322,** 690–692 (2008).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تكنولوجيا

الهند الحديثة فوق إطارات الدراجات

أندرو روبنسون يعرض كتابًا حول استخدام الهند للاختراعات بسيطة التقنية

في صورة التقطها المصور الفوتوغرافي العظيم هنري كارتيير بريسون، يسير عالما فضاء هنديان في طريق ريفي خال، تتناثر على جانبيه أشجار النخيل، بينهما دراجة قديمة، وأحدهما يمسك بمقدمة الجزء العلوي المخروطي من صاروخ صغير مثبت على مقعد الدراجة، وتعليق الصورة يقول: «بالقرب من تريفاندرام، كيرالا، عام 1966، الاستعداد لإطلاق صاروخ في محطة ثومبا الاستوائية المقامة في موضع كنيسة سابقة».

تجسِّد هذه الصورة الفوتوغرافية لعالِمَي الفضاء الهنديين محور كتاب «تقنية يومية» *Everyday Technology*، الذي يقدم دراسة رائدة للمؤرخ ديفيد أرنولد، يتناول فيها منهج الهند في استخدام وتطبيق عدد من التقنيات البسيطة منذ ثمانينات القرن التاسع عشر، مرورًا بالاستقلال في 1947، حتى عقد الستينات بالقرن العشرين، وقبل الثورة الرقمية التي شهدتها الدولة بفترة طويلة.

خلال فترة الاحتلال، كانت القوات البريطانية تنظر إلى السكان ـ وبخاصة في المناطق الريفية ـ على أنهم فقراء جهلة، وهو ما يجعلهم لا يستطيعون التعامل مع التقنيات الجديدة. لهذا.. فضَّل المسؤولون طرح المشروعات التقنية الكبيرة بطريقة فوقية، مثل التليغرافات الكهربائية والسكك الحديدية ونظم الري.

وبعد عام 1947، تأثر أول رئيس وزراء للهند جواهرلال نهرو بهذا النهج؛ وأفسح المجال للشركات الأجنبية لإنشاء مصانع الصلب، وإقامة السدود الهيدروكهربائية، وإدخال القوة النووية، واقتحام برامج الفضاء، وكانت السدود الكبيرة بالنسبة لنهرو هي «معابد العصر الجديد» والرموز الجديدة لأمة الهند بعد التنقية من شوائب واقعها الاجتماعي المزري.

وعلى النقيض من ذلك.. يرى أرنولد أن فهم التكنولوجيا يتطلب تقدير المجتمع لها، «حتى لو كانت السلع التقنية نفسها في أغلبها أجنبية»، ويؤكد على أن التقنيات البسيطة محدودة النطاق ـ مثل ماكينة الخياطة ـ مهَّدت الطريق لاستخدام الهند للنسخ المتطورة منها لاحقًا. ويرى أرنولد أن المجتمعات المحتلة تمر بعمليات تحول ذاتي عن طريق الاستخدام المحلي للاختراعات المستوردة.

لقد كانت الدراجة في الهند، كما توضح صورة كارتيير بريسون، وسيلةً لحمل الناس (ثلاثة أو أربعة أشخاص في بعض الأحيان) بجانب الأمتعة الخاصة، ولا تزال الدراجة ـ حتى وقتنا هذا ـ آلة أساسية للملايين من الهنود الفقراء، حتى لو كانوا يمتلكون في الوقت الحالي هاتفًا محمولًا. لقد تحولت الدراجات إلى عربات تتحرك بإطارين، ثم ثلاثة وأربعة، واستخدمت فكرتها الأساسية في تحريك ماكينات «سن السكاكين»، وآلات النسج اليدوية.

NATURE.COM
عن الازدهار الرقمي الذي تشهده الهند، لأندرو روبنسون، طالع:
go.nature.com/ncddfa

تقنية يومية: الآلات وصناعة الهند الحديثة
ديفيد أرنولد
مطبعة جامعة شيكاغو؛ 2013
عدد الصفحات 224 صفحة
السعر: 21 جنيهًا إسترلينيًّا

وبيّن أرنولد ـ في كتابه ـ كيف أصبحت الدراجة مع بداية القرن العشرين جزءًا من نسيج المجتمع الهندي، بجانب ثلاثة اختراعات أخرى بسيطة التقنية، وهي ماكينة الخياطة، والآلة الكاتبة، وطاحونة الأرز.



HENRI CARTIER-BRESSON/MAGNUM

صورة التقطها هنري كارتيير بريسون لعالِمَي فضاء هنديين.

في عشرينات القرن العشرين، كانت الهند تستورد 50 ألف دراجة سنويًّا، وقبل إعلان استقلالها زاد هذا الرقم خمسة أضعاف، وفي عام 1948 خلال الصيام الأخير للمهاتما غاندي، القائد العظيم لحركة استقلال الهند، اجتمع أصحاب 5000 دراجة بأحد المنازل في دلهي؛ لسماع إعلان نهرو وفاة غاندي، وتألقت مصابيح الدراجات في الحديقة المضاءة بنور الشفق مثل يراعات عملاقة.

كان غاندي يعارض أغلب هذه التقنيات، ولم يكن كرهه المعروف للآلات ـ كما شرح أرنولد بالتفصيل ـ راجعًا إلى اعتناقه مذهب «معارضة الآلات» Ludditism، بل استنادًا إلى فكر جاد كان له تأثير كبير على حركة الصناعات الريفية والصغيرة بعد عام 1947.

عارض غاندي الدراجة، لأنه اعتبرها رفاهية مستوردة، ستؤدي إلى الديون، رغم أنه أجاز لنفسه السفر بالسيارة، كما وظّف مَنْ يدوِّن له وثائق عمله بالقانون على الآلة الكاتبة في جنوب أفريقيا في بداية القرن العشرين، وتعلم الكتابة عليها، لكن عندما عاد إلى الهند في عام 1915، قال إن الآلة الكاتبة «غطاء للامبالاة والكسل»، مفضلًا كتابة إنتاجه الغزير من الخطابات والمقالات يدويًّا.

عارض غاندي كذلك مطحنة الأرز، أولًا: لأنها ستحرم النساء الفقيرات من الدخل الذي كن يحصلن عليه من طحن الأرز، وثانيًا: لأن الطحن كان تمرينًا رياضيًّا جيدًا، وثالثًا: لأن الطحن أزال فيتامين الثيامين من قشرة حبة الأرز، وهو نقص يسبب مرض «البري بري» الذي أصاب مناطق واسعة في الهند.

ورغم انتقاده الدائم للطب الغربي، فقد كان غاندي سعيدًا بتقبُّل الأدلة العلمية لعالمين إنجليزيين في التغذية، هما روبرت ماك كاريسون، ودبليو آر آيكرويد، حيث توافق رأيهما معه حيال مطحنة الأرز، لكنه تجاهل رأيهما في أن الطحن الخفيف سيحافظ على مستويات الفيتامين الكافية لمنع الإصابة بمرض البري بري. ومع ذلك.. فإن غاندي اشتهر بدفاعه عن عجلة الغزل، ودافع كذلك عن ماكينة الخياطة بالبدال (وإن كان ذلك أمرًا ليس معروفًا على نطاق واسع)، خاصة «سينجر»، واصفًا إياها بـ«أفضل الأشياء القليلة المفيدة التي اختُرعت على الإطلاق».

ينظّم كتاب «تقنية يومية» كمًّا هائلًا من التفاصيل غير المألوفة بشأن موضوع مهمَل، لم يحصل على حقه من الدراسة حتى الآن، ودعم أرنولد هذه التفاصيل بإحصائيات غزيرة موضَّحة ببعض الصور المعاصرة والتاريخية الجذابة. واكتسب الكتاب زخمًا ثريًّا وحيوية بالاقتباسات الذكية من الروايات والأفلام خلال تلك الفترة، ولكنه ـ للأسف الشديد ـ لم يذكر أي اقتباسات من أفلام مخرج الهند العظيم «ساتياجيت راي» تقدم انعكاسًا رقيقًا للعلاقة بين الناس والتكنولوجيا في الهند، بجانب القطارات والآلات البسيطة ذات النطاق المحدود، وجو المكاتب الذي صوره في ثلاثيته الشهيرة «أبو» Apu.

بعض أجزاء الكتاب تمتاز عن البعض الآخر في عظمتها، ودراسة المؤلف مصحوبة بأدلة غزيرة، ولكن نتائجه قليلًا ما تثير الدهشة.

لقد ترك الكتاب عندي شعوراً غير مريح، فعلى الرغم من الحماسة التي استقبلت بها الهند المعاصرة التقنيات الأجنبية، فإنها لم تبدع شيئًا يقارن بإنجازات علماء الرياضيات وغيرهم من العلماء، وخبراء التكنولوجيا في عصر ما قبل الاحتلال. ■

أندرو روبنسون كاتب ومحرر كتاب «الإبداع الاستثنائي في العلوم والتكنولوجيا». ألَّف تسعة كتب عن الهند، وكتابه المقبل بعنوان: «الهند.. تاريخ مختصر».
البريد الإلكتروني: andrew.robinson33@virgin.net

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



ARIANE KOEK/CERN

بيل فونتانا يستمع إلى مولدات الطاقة في مختبر «سيرن»

س و ج بيل فونتانا

متتبِّــع الأصــوات

نحّات الأصوات بيل فونتانا يكوّن تسجيلات لمولّدات الجسيمات كفنان مقيم بمختبر «سيرن» لفيزياء الجسيمات، الكائن بالقُرب من جنيف بسويسرا. وقبل محاضرته الافتتاحية، تكلم فونتانا عن رصد العلاقة بين سرعتي الصوت والضوء، وملاحقة الاهتزازات في الغازات، والسوائل، والأجسام الصلبة.



NICK HIGGINS

ماذا فعلتَ حين زُرت مختبر «سيرن» لأول مرة في الشتاء الماضي؟

قمت بتسجيلات عدة للمعدات التي يستخدمونها لتوليد الجسيمات دون الذرية. ولعل الشيء الأكثر إثارة كان «المصدر»، وهو جهاز بحجم الزجاجة الكبيرة، حيث تبدأ البروتونات رحلتها حول حلقة مصادم الهدرونات الكبير، التي يبلغ طولها 27 كيلومترًا. تصدر المغناطيسات ـ التي تدفع بالبروتونات حين تترك هذا الجهاز ـ نبضات إيقاعية كل 1.2 ثانية، وقد تمت التسجيلات باستخدام مقياس التسارع الذي وضعته على الأجهزة؛ ليلتقط الأصوات بداخلها، تمامًا كما يلتقط المِسماع نبضات القلب. تمتلك الأجهزة خاصية شبيهة بتلك الموجودة في الساعات، أو ـ كما أتصورها ـ مماثلة للآليات الموجودة داخل برج ساعة بيج بِن بلندن.

ما هي خططك المستقبلية؟

سأكون مشغولًا بتجميع التسجيلات المختلفة؛ لتكوين عملي الصوتي، الذي سميته «السَّفَر الصوتي عبر الزمن». بشكلٍ أو بآخر.. أحاول أن أقلّد نظام التجارب العلمية. وسأعمل على تصميم سلسلة من الأصوات القصيرة المندفعة؛ لاختبار الخواص الصوتية للمواد المختلفة. إنّ مصادم هادرون الكبير سيتم إغلاقه، للقيام ببعض التجديدات، وسيكون متاحًا لي إذن أنْ أكتشف أنفاقه الموجودة تحت الأرض لأميال وأميال. سأشغِّل بعضًا من تسجيلاتي هناك، باستخدام مقياسات التسارع المركبة على الأجهزة؛ لاكتشاف كيف تسافر تلك الأصوات في مجالٍ ما.

ما رَأْي الفيزيائيين فيما تقوم به؟

قمتُ بتشغيل تسجيلاتي لعديد من العلماء العاملين بمختبر «سيرن»، فهُم يعملون مع تلك الأجهزة يوميًّا؛ ولذلك يتجاهلون الأصوات التي تصدرها. إنّ سماع تلك الأصوات بكل حدتها يثير الدهشة، وربما بعض التعجب.

متى بدأت في تسجيل الأصوات؟

بدأت عملي كملحن في الستينات، ثم اكتشفت أن الاستماع إلى الأصوات وتسجيلها عمل لا يقل في شدته الذهنية عن كتابة الموسيقى. وفي السبعينات أُتيحت لي الفرصة لتسجيل أثر الكسوف الشمسي الكامل على الطيور والحيوانات في غابة أسترالية مطيرة. في البداية لم تعرف الحيوانات موعد الكسوف؛ فبدأت في إصدار الأصوات في الوقت نفسه، وحين حل الكسوف، انقطعت الأصوات تمامًا. إنني أندهش من أنّ لحظة كتلك يمكن ألا تتكرر لمئات السنين، وهو أمر أفكر فيه دومًا حين أقوم بالتسجيل، وأن اللحظات التي نعيشها ونسمعها لن تتكرر مجددًا. حين أضع الميكروفون في بيئة ما، أريد أن أقنع الناس بأن اللحظة التي يعيشونها فريدة وحقيقية، وأن كل شيء حولهم حيٌّ ويحتوي على أبعاد صوتية خفية.

NATURE.COM
استمع إلى تسجيلات بيل فونتانا من سيرن:
go.nature.com/jnc1jv

كيف تعمل كنحّات أصوات؟

منذ ثلاثين عامًا وأنا أقوم بتركيب الأصوات التي تغيّر في إدراكنا للمجال العام. أضع الميكروفونات في المتاحف والنُّصب حول العالم. أهتم بأن يسمع الناسُ المدى نفسه الذي تراه أعينُهم عبر إرسال الأصوات إليهم كهرومغناطيسيًّا بسرعة الضوء، قبل أن تأتيهم عبر الهواء.. من أبراج الأجراس المنتشرة في فينيسيا، أو زحام المرور حول قوس النصر بباريس. يتيح لي هذا أن أدرس العلاقة بين سرعتي الصوت والضوء.

كيف تستخدم التكنولوجيا في عملك؟

تكنولوجيا القياس مهمة جدًّا لعملي، فأنا أستخدم الميكروفونات الصوتية التي تلتقط الأصوات من الهواء، وأدوات استشعار تحت الماء كالهايدروفون، ومقياس التسارع الذي يقيس الاهتزازات في المواد الصلبة. وأعمل أيضًا على استخدام الشبكات الزلزالية لاكتشاف طاقات أمواج المحيط التي تنتشر تحت الأرض، بعد أن تصل إلى الشاطئ. لا أستطيع أن أقوم بعملي بدون التكنولوجيا، ولكنها مجرد وسيلة.

ماذا قدمت في محاضرتك في الرابع من يوليو الماضي؟

وافقت المحاضرة الذكرى السنوية الأولى لإعلان اكتشاف جُسيم بوزون هيجز. قدمني الموجه العام لمختبر «سيرن»، رولف ديتَر أُوير، وعالم الكون الصغير، سوبوذ باتل، رفيقي المُلهِم، في قبة العلوم والابتكار. قمت بتشغيل بعض تسجيلاتي للأجهزة، وتحدثت عن خطوطي الصيفية. سوبوذ شرح كيف تمثل إشعاعات الخلفية الكونية صدى الانفجار العظيم، وما تقوله الاهتزازات الصوتية في بلازما الكون المبكر عن الفيزياء. سنلقي محاضرة أخرى عند نهاية إقامتي عن الاكتشافات التي قمنا بها، وذلك بعد أن يكون عملي قد عُرض في مهرجان أرس إلكترونيكا في لينز بأستراليا.

ما الذي تريد أن تقوم به بعد ذلك؟

التانجستيت هو مركّبٌ نادر يشبه البلورة، ويعتبر ثقيلًا جدًّا، مقارنةً بحجمه. إذا أرسلت حزمة من الفوتونات بداخله يقوم بإبطائها. في مختبر «سيرن»، يستخدمون تلك المادة لمشاهدة التصادمات بالتصوير البطيء، وقد قيل لي إنني إذا استطعت إدخال موجة صوتية بداخل التانجستيت، فيمكنني تسريعها إلى ما يقارب سرعة الضوء. ما أتخيله هو أنني أستطيع أن أجلب قطعة كبيرة وأمرر عبرها اهتزازًا عبر مسافة طويلة، وبذلك أحصل على إزاحة دوبلر طويلة جدًّا. ■

أجرى المقابلة: جاشا هوفمَن



SIMON COLMER/NATUREPL.COM

شغّالة نحل العسل (إيبس ميلّيفيرا) منشغلة في قرصها الشمعي.

علم الحَشَرات

النَّهْج الخاص بالنَّحْل

يستمتع مارك وينستون كثيرًا في أثناء رحلة استكشاف عميق لمستعمرات خلايا نحل العسل وتنظيمها.

في كتابه الذي صدر عام 1901 بعنوان «حياة النحل»، استغرق الفيلسوف والشاعِر وأحد روّاد المذهَب الرمزي، موريس ميتيرلينك، في تأمُّل «روح خَلِيَّة النحل». تساءل: كيْف لِعدَّة آلاف من الحشرات الاجتماعية أن تنظم نفسها في مُستَعمَرة تعاونية؟ وفي الكتاب الرائع «روح خلية النحل»، يوضِّح روبرت بيدج، العالِم البارِز في وراثة النحل، كيف يجيب العلم عن ذلك السؤال المفتاحي.

يوضح الكتاب ـ الذي يأتي مُمَثِّلًا لأبحاث استمرت على مدى حياة بيدج ـ بالضبط مدى ما وصلنا إليه في تحليل وإعادة بناء عديد من العوامل المسؤولة عن أداء الوظائف على مستوى المُستعمرة. يقف بيدج على كتفيْ عالِم وراثة النحل، هاري ليدلو، مُعترفًا بجهوده، حيث كان له السَّبق في الكشف عن عديد من الجوانب الأساسية لعِلم وراثة وسلوك تزاوج نحل العسل. ويؤرِّخ بيدج للتوسُّع في المنهجيات على مدار عقود عديدة، بداية مِن التحليلات السلوكية والهُرمونية إلى الكيمياء العصبية، وأخيرًا إلى تَسَلْسُل الحمض النووي. ونكتشف أيضًا كيف كان الباحثون العاملون مع نحل العسل روّادًا في ابتكار عديد من التقنيّات. والمثال على ذلك.. رسم الخرائط الوراثيّة، مع تحديد مواقِع الصفات الكَمّية، التي يمكنها التَعَرُّف على الجينات العديدة المُترابطة التي تُحَدِّد السلوكيات المُعَقَّدة مثل جمْع حبوب اللقاح.

يقوم كتاب «روح خلية النحل» على السؤال البسيط عن سبب جمْع نحل العسل للكثير أو القليل من حبوب اللقاح والرحيق. وقد كان يُنظَر في السابق إلى أفراد النحل العامِل على أنها متطابقة من الناحية السلوكيّة، غيْر أن بيدج وآخرين أثبتوا أن هُناك تفاوتًا كبيرًا في استجابات الأفراد للمُحَفِّزات التي تُحَدِّد مستوى جَمْع الرحيق وحبوب اللقاح، مثل حجم حبوب اللقاح المُخَزَّنة في العُشّ. وإضافة إلى ذلك.. تتزاوج كُلّ مَلِكَة مع 12 ذكرًا في المتوسط من ذكور النحل، حيث تختلط سوائلهم المنوية في كيس المني لديها. وهكذا يقدم النحل العامِل في كُلّ مُستَعمَرة مزيجًا مُمَيّزًا من الميول الخاصّة بالجَمْع، التي تأتي متأثرة بالعوامل الوراثية.

ويتناول بيدج بعد ذلك كيف تخلق أفراد النحل ـ مع تبايُن خلفياتهم الوراثية ـ في المستَعمَرة المرونة اللازمة لتنظيم المَهام، التي تشمل جمع حبوب اللقاح والرحيق والماء، إضافة إلى الدفاع، وإزالة النحل الميت من العُشّ، في استجابة للظروف البيئية. هذا الجهد الجماعي هو أحد أفضل الأمثلة لدينا على الأهمية النسبية للوراثة والبيئة والطَّبْع والتَّطَبُّع بالنسبة للكائنات الاجتماعية؛ فتصبح احتياجات المُستعمَرة هي القوة الدافعة الرئيسة في جَمْع حبوب اللقاح، مؤكدةً على أهمية العوامِل البيئية. يقول بيدج إن النمط الجيني للنحلة يفسِّر فقط 8 - 25% من التبايُن السلوكي، وعادة ما يكون أقرب إلى 8%. ويُعَد هذا تَصَوّرًا مُريحًا بالنسبة إلى أولئك الذين يفضلون التَّطَبُّع عن الطبْع.



روح خلية النحل: آليات التطور الاجتماعي
روبرت إي. بيدج
مطبعة جامعة هارفارد 2013

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



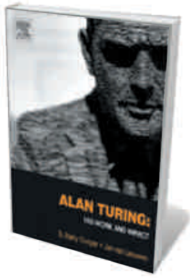
لاق «روح خلية النحل» ترحابًا من زملاء بيدج من علماء البيولوجيا التطورية، وإنْ تَطَلَّب الأمر في بعض مواضِع الكتاب بعض الفهم للمنطق البوليني، والسلوك الثنائي، وأساسيات عِلْم الوراثة. إنّ الكتاب يكون مشوِّقًا أكثر عندما يستخدم بيدج القصة والوصف، بدلاً من النماذِج والرياضيات، حيث يُبْدِي بيدج بوضوح مودَّة كبيرة يكنّها لزملائه وللنحل، كما يقدم لمحات رائعة عمّا يتعلّق بكيفية إجراء البحث؛ إذ يفتح لنا ذلك العالَم مِن خلال توصيفاته لتجاربه الدقيقة الرائعة، مثل تلك التي أجراها لاستكشاف المُكَوِّن الجيني لجمْع حبوب اللقاح.

كُنت أودّ أن أسمع المزيد عن الأشخاص الذين عمل معهم، وعن علاقته بحشراته بعد عقود عديدة له في هذا المجال، لكن بيدج ينهي كتابه بصورة مقتضبة ـ غير متوقَّعة ـ بفصل قصير جدًّا يعيدنا إلى كتاب ميتيرلينك «حياة النحلة». افتقدت اللغة المُحَلِّقَة للشاعِر هنا، التي كانت تُكْمِل الدائرة على نحو جميل، مثل وصف ميتيرلينك لخلية النحل باحتوائها على «اللغْز المُحَيِّر للتفكير العقلاني والمنطقي، والمصير، والإرادة، والهدف، والوسيلة، والأسباب؛ والتنظيم الذي لا يمكن فهمه لأكثر صور الحياة ضآلة».

وعلى الرغم من ذلك.. يبقى كتاب بيدج مثالاً مُبهِجًا يوضح كيف تستطيع مهنة مُكَرَّسة للعلم أن تُعمِّق وتُوَسِّع تصوّراتنا عن العالم حولنا على نحو كبير ومثير. ■

مارك ل. وينستون مدير أكاديمي، وزميل مركز جامعة سيمون فريزر للحوار في فانكوفر، كندا.
البريد الإلكتروني: winston@sfu.ca

ملخصات كتب



آلان تورنج: عَمَله، وأثره

حرّره إس.باري كوبر وجان فان ليفين، إلسيفاير، (2013)

لقد حلّ عهد جديد من علم الحاسوب، بعد مرور ما يزيد على مئة عام على ميلاد المؤسِّس المُلْهِم آلان تورنج. لقد تطلّب وَضْع كلمات هذا الإنسان الموسوعيّ في السياق، وتحليل أثره الحي على علوم الرياضيات البحتة، والفيزياء، والبيولوجيا، والهندسة، والعلوم المصرفية، والميتافيزيقا، وأبعد من ذلك.. جهود سبعين كاتبًا مشهورًا من شتى قطاعات العلوم والفلسفة. كم يبلغ حجم الكون غير القابل للحساب؟ هل بإمكان الآلات التفكير؟ هل ينبع التميُّز من الكيمياء البحتة؟ إذا كانت نفسك تتوق إلى معرفة إجابات على مثل هذه التساؤلات، فإنّ هذا الكتاب هو مرجعك الجديد الذي ستجد فيه هذه الإجابات.



العالم الضائع لبحيرة مدينة «فوسيل»: لقطات من العصر القديم

لانس جراند، مطبعة جامعة شيكاغو، (2013)

إنّ مدينة «فوسيل»، التي تقع في ولاية ويومنج، هي أكثر من مدينة أشباح. فقد غادرها ساكنوها من البشر منذ عقود، وأشهر المقيمين بهذه المنطقة اختفوا في العصر الأيوسيني، أي منذ عشرات الملايين من السنين، ومن بينهم: التماسيح، واليعسوب، والتماسيح المدارية، والأَحْصِنَة التي كانت بحجم الكلاب، و23 نوعًا من السَّمَك. ويعرض هذا الدليل الخصب الكائنات المتحجِّرة في المنطقة. ويقدّم عالِم المستحثّات لانس جراند ـ أمين متحف فيلد الرائع في شيكاغو ـ نظرةً عميقةً للمجتمع البحري الذي ازدهر في أرض العجائب شبه المَدارية، التي حوت الأدغال والبراكين. كما زُوِّدَ الكتاب بالرسوم الملونة في شكل جميل، بالإضافة إلى دليل ميداني، وأطلس.

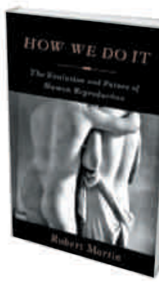


أهمية المواد: الحكايات الغريبة للمواد المدهشة التي تشكِّل عالمنا الذي صنعه الإنسان

مارك ميودوينك، فايكينج، (2013)

تتنافس مواد اليوم مع أغرب تخيلاتنا، بدءًا بالجرافين ثنائي الأبعاد، ووصولاً إلى الهلام الهوائي aerogel الذي يحتوي على 99.8% هواء، ويشبه ‹‹الدخان الصلب›› المنتَج من قِبَل وكالة «ناسا» لتجميع الغبار الكونيّ من الفضاء. وفي ظل التقدير المحيط بالماديّة، يخبرنا مارك مايدوينك لماذا يجب علينا أن نهتم بالمواد.

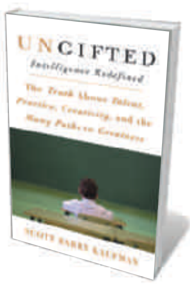
وقد تعقَّب أحد مختصِّي المواد شغف مايدوينك بها، ليعود بذلك إلى طفولة عنيفة في عيد الغطّاس، عندما تلقى ضربةً بنصل حلاقة، وكيف أدّت هذه الحادثة إلى إدراكه لعجائب الفولاذ. وهنا تولَّد لدينا إدراك جديد للجوانب العديدة التي تكوّن العالَم المُصنَّع.



كيف نؤديها؟: تطّور ومستقبل تناسل البشر

روبرت مارتن، بيسيك بوكس، (2013)

الجنس، والأبوة والأمومة، والإخصاب.. جميعها مصطلحات ارتبطت بمفهوم تناسل الإنسان، الذي يُعدّ أحد أهم الموضوعات التي تتم مناقشتها في مجال سلوك الإنسان. ويقوم المختص في الأنثروبولوجيا البيولوجية روبرت مارتن بإجراء أبحاث لعقود؛ للتوصّل إلى حقائق تطوريّة، وللكشف عن قرارات الناس في التكاثر. وقد شرح لماذا يكلِّف إخصاب البويضة الواحدة مئات الملايين من الحيوانات المنوية، وانخفاض معدلات الإنجاب والحمل، والجانب المهم من تقديم الرعاية، التي تشمل التاريخ الطبيعي للرضاعة. ويذخر الكتاب بالكثير من الطرق الرائعة، كالتدريب الناجح والحساس على استعمال المرحاض، الذي يقدمه أهالي قبيلة ‹‹ديجو›› في كينيا لأطفالهم ذوي الأشهر الستة.



بدون موهبة: إعادة تعريف الذكاء

سكوت باري كوفمان، بيزك بوكس، (2013)

صعوبة في السمع، ومستوًى مُتَدَنٍّ في اختبار الذكاء -الآي كيو- جعلت الصغير سكوت باري كوفمان ممن يعانون صعوبات التعلّم، لكنّه اليوم باحثٌ في علم النفس المعرفيّ، يرسم مسار رحلته من الحُكْم عن طريق المقاييس إلى الفهم العميق لمعنى الذكاء. ومن خلال جمعه للأبحاث في النطاقات المختلفة، كالتفاعل ما بين الصفات الفطرية والصفات المكتسبة، وصولاً إلى سيكولوجية الدوافع، استطاع أن يقدِّم ـ بشكل مقنع ـ ‹‹نظرية الذكاء الشخصي››. وما يظهر بشكل جَليّ هو كيف يحتاج هؤلاء الأطفال الموهوبون، والمعاقون، أو ذوو القدرات غير المستغلة إلى تعليم كُلِّيّ مُحَسَّن؛ لمساعدتهم على التألق بطرقهم الخاصة.

مراسلات

إنقاذ «كاتينجا» من كارثة الجفاف

تشهد غابة «كاتينجا» شبه القاحلة في البرازيل أسوأ موجة جفاف منذ 30 عامًا، مع وجود أكثر من 300 مستوطنة في شمال شرق البلاد على شفا الانهيار (انظر: go.nature.com/pngjfq). يجب أن تعالج الحكومة الفيدرالية بشكل عاجل آثار الجفاف الكارثي على سبل العيش وبقاء المحيط الحيوي.

وسواء أكانت التقلبات الطبيعية في درجة الحرارة وهطول الأمطار، أم أن تغيُّر المناخ هو المسؤول عن ذلك، فإن نقص المياه يقتل الماشية ويدمِّر المحاصيل.

إن الضغط على غابة «كاتينجا» في تزايد، حيث إن السكان المحليين يصطادون الحيوانات البرية من أجل الغذاء والتجارة، وغالبًا ما يحرقون مساحات شاسعة من الغطاء النباتي؛ لمطاردة فرائسهم. كما رأينا النباتات المحلية تُستخدَم بشكل عشوائي كوقود للأفران؛ لإنتاج الطوب؛ حتى تتمكن العائلات من شراء الطعام والماء من مناطق أخرى من البرازيل.

يجري تجاهل محنة هذه المنطقة المنكوبة بشكلٍ كبير من قِبَل وسائل الإعلام والحكومة. ويجب ألا يستمر الإنسان في الاعتماد على تدمير التنوع البيولوجي المحليّ.

روبيرتو ليونان موريم نوفيس، ساولو فيليكس، الجامعة الفيدرالية لولاية ريو دي جانيرو، البرازيل.
roberto_leonan@yahoo.com.br
رينان دو فرانسا سوزا، جامعة ولاية ريو دي جانيرو، البرازيل.

الحد من ارتفاع الفَقْد الغذائي في الصين

تنجح الصين حاليًا في إطعام شعبها (F. Zhang *et al*. *Nature* **497**, 33-35; 2013)، ولكن يجب أن يؤخذ في الاعتبار فقدان الغذاء خلال سلسلة الإمداد، إذا ما كان الحفاظ على الأمن الغذائي سيستمر في المستقبل.

يتم فقدان ما يقدّر بـ8%، و2.6%، و3% من إنتاج الصين من الحبوب أثناء التخزين، والمعالجة، والتوزيع على الترتيب، أي ما مجموعه حوالي 35 مليون طن سنويًّا. وكما هو الحال في العديد من البلدان النامية الأخرى، فإن هذه الخسائر المثيرة للقلق هي نتيجة عدم كفاية البنية التحتية والمعرفة والتقنية، وقد تفاقمت بسبب نظام الإنتاج الزراعي غير المركزي.

يؤدي ازدياد ثراء الصين أيضًا إلى الفَقْد الغذائي على نطاق واسع. على سبيل المثال.. فإن الفَقْد الغذائي المنزلي يبلغ ما يقرب من 2.5% من الحبوب في السنة (حوالي 5.5 مليون طن). وهذا يقترب بسرعة من المستويات الغربية (انظر، على سبيل المثال، go.nature.com/erz4if).

لا يزال نمط ونطاق الفَقْد الغذائي في الصين غير واضح: سوف تساعد بحوثٌ كَمِّيّة عديدة في إعلام صانعي السياسات، وزيادة الوعي العام بالمشكلة (انظر: دراستنا التجريبية على go.nature.com/8zq1je؛ بالصينية).

جانج ليو، الجامعة النرويجية للعلوم والتقنية، تروندهايم، النرويج.
gang.liu@ntnu.no
زياوجي ليو، شينجكوي تشينج، معهد العلوم الجغرافية وبحوث الموارد الطبيعية، الأكاديمية الصينية للعلوم، بكين، الصين.

استخدام النفط للحفاظ على التنوع البيولوجي

لقد بلغ إنتاج النفط البحري المكتشف حديثًا في البرازيل 300 ألف برميل يوميًّا. ومن المتوقع أن يرتفع إلى 2.1 مليون برميل يوميًّا بحلول عام 2020. ومنذ العثور على النفط تحت طبقة من الملح بعمق كيلومترَيْن تحت قاع البحر في 2006 (انظر *Nature* **455**, 438-439; 2008)؛ انتشرت الموانئ الساحلية لمواكبة الازدهار. لذا.. نقترح أن يُنفَق جزءٌ من هذه الثروة في تقييم التكاليف البيئية لتلك التنمية السريعة، وهو ما قد يساعد على حماية التنوع البيولوجي الثري في المنطقة.

إنّ التنوع البيولوجي مهدَّد الوضع، بسبب تشييد بعض الموانئ في مواقع حماية البيئة، حتى في مستنقعات المانجروف، والغابات الساحلية الشجرية التي تُسمَّى «ريستنجا restinga».

وتتكرر التسرُّبات النفطية على مسافة من الشاطئ (انظر، على سبيل المثال، go.nature.com/jshpzd). ويجري نشر خطوط الأنابيب في المناطق المحمية، مثل غابات الأطلسي في البرازيل.

لقد اقترحت رئيسة البرازيل ديلما روسيف تخصيص عائدات النفط للاستثمار في التعليم الأساسي. ومع ذلك.. فإن البحث العلمي لن يستفيد (انظر: *Nature* (http://doi.org/d8zgdk; 2011)، على الرغم من قدرته على المساعدة بتثقيف الناس أيضًا؛ لتخفيف الأضرار البيئية الناجمة عن إنتاج النفط وتوزيعه.

ريبنان دي فرانسا سوزا، جامعة ولاية ريو دي جانيرو، البرازيل.
renan1604@hotmail.com
روبرتو ليونان موريم نوفيس، ساولو فيليكس، الجامعة الفيدرالية في ولاية ريو دي جانيرو، البرازيل.



الاستفادة من النجاح والتعاون

لا يستطيع تحليل جوناثان آدامز أن يميِّز.. أيَتَعاون العلماء دوليًّا لأنهم ناجحون، أم ينجحون لأنهم يتعاونون دوليًّا (*Nature* **497**, 557-560; 2013).

إذا كان الأمر الأول هو الأرجح، فإن أي مبادرة حكومية لتعزيز التعاون ـ في حد ذاتها ـ هي مخاطرة تؤدي ببساطة إلى تدهور العلاقة بين التعاون والنجاح، بدلاً من تحسين نوعية الإنتاج العلمي.

إن عوامل التأثير ومعدلات النشر هي عوامل تقدير غير كاملة، يدور حولها جدال للنجاح في الماضي، وأدلة غير آمنة للنجاح في المستقبل.

مايكل ويل، كينجز كوليدج، لندن، المملكة المتحدة.
michael.weale@kcl.ac.uk

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

التغيير الاجتماعي حيويٌّ لأهداف الاستدامة

يجادل ديفيد جريجز وزملاؤه ـ على نحو مقنع ـ بأنه ينبغي أن تعزِّز أهدافُ التنمية المستدامة دورَ رأس المال الطبيعي، وخدمات النظام الإيكولوجي في إطار التنمية الاقتصادية والحَدّ من الفقر (*Nature* **495**, 305-307; 2013)، كما نعتقد أنه من الضروري أنْ يُضَمَّن تغيير اجتماعي في عملية أهداف التنمية المستدامة.

وسيكون من الضروري تحفيز وتوجيه ودعم التغيير الاجتماعي نحو الممارسات المستدامة على جميع المستويات في الحكم؛ عالميًّا، ووطنيًّا، وفرديًّا. إن مجرد وضع أهداف طموحة لن يولِّد هذه التغييرات؛ بل يجب أن تشمل صياغتها تفاصيل العمليات اللازمة لتحقيقها.

وعلى سبيل المثال.. ينبغي أن تراعي غاياتُ أهداف التنمية المستدامة الأيديولوجيات، والمعتقدات الدينية، والمؤسسات، ومنها القواعد والأعراف الرسمية وغير الرسمية.

إن وَضْع أهداف فيما يتعلق بالتغيرات المحددة والبسيط يساعد على التغلب على الجمود المؤسسي، وإحداث تحولات مرغوب فيها في الحكم، كما يؤدي إلى تغيُّرات في سلوك الأشخاص. قد يكون أحد الأمثلة على ذلك هو إجراء محاسبة رسمية لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، والإبلاغ عن الممارسات في التجارة الدولية وسلاسل البيع بالتجزئة، بحكم أنها جزء من اتفاقيات المناخ الدولية.

وهناك اقتراح آخر يتمثل في استخدام أهداف التنمية المستدامة لخلق شبكات عالمية لحل المشكلات، أو «مختبرات» الابتكار الاجتماعي، وهو ما يمكن أن يحفز مجموعات جديدة من القواعد، وطرق التفكير، وعمليات التنفيذ وصناعة القرار.

ألبرت في. نورستروم*، ستوكهولم ريزيلينس سنتر، جامعة ستوكهولم، السويد.
albert.norstrom@stockholmresilience.su.se
*بالإنابة عن 17 من المشاركين في التوقيع. انظر: go.nature.com/i7bjjc لاستعراض القائمة الكاملة.

اللجنة الدولية للأكاديميات العلمية للنشر

تعتمد «اللجنة الدولية المشتركة للأكاديميات العلمية» IAP التي يشترك في رئاستها اثنان مِنَّا (فولكر تير ميولين، ومحمد حسن) على أفضل العلوم الدولية، وهي بعيدة عن المصالح السياسية والتجارية المكتسبة. إنها في موقع قوي لتحديد السياسات الناشئة، والتعريف بها.

قدمت أكاديميات علمية عديدة المشورةَ بالفعل للحكومات بشأن وضع السياسات الدولية وبعض الإسهامات على المستوى الإقليمي، بما في ذلك المجلس الاستشاري لأكاديميات العلوم الأوروبية. ويشجع الجمع بين الشبكات الإقليمية ضمن «اللجنة الدولية المشتركة للأكاديميات العلمية» على تبادل الممارسات الجيدة، وعلى توليد الموارد؛ لمعالجة القضايا العالمية، مثل التنمية المستدامة.

وتعمل «اللجنة الدولية المشتركة للأكاديميات العلمية» مع المجتمع العلمي من خلال برنامجها لتدريس العلوم. وقد ساعدت على إنشاء أكاديمية الشباب العالمية لدعم تطوير العلماء الذين في بداية حياتهم المهنية. وأصدرت مؤخرًا بيانًا بشأن السكان، كجزء من هدفها المتمثل في مواجهة الأولويات الاستراتيجية في العالم (انظر: go.nature.com/whxzi4).

إن التحديات الآنية «للجنة الدولية المشتركة للأكاديميات العلمية» هي بناء كتلة حرجة، وتطوير صلات مستمرة مع صانعي السياسات، بدلاً من انتظار أزمة سياسية، إضافة لضمان مساءلة المجتمع العلمي على نطاق أوسع.

فولكر تير ميولين، ومحمد حسن، اللجنة الدولية المشتركة للأكاديميات العلمية، تريستي، إيطاليا.
volker.termeulen@mail.uni-wuerzburg.de
روبن فيرز، الأكاديمية الوطنية الألمانية للعلوم ليوبولدينا، هال، ألمانيا.

الخطط النووية تزيد من الضغط على كاتِنجا

تخطِّط الحكومة البرازيلية لبناء محطة للطاقة النووية على نهر ساو فرانسيسكو في منطقة كاتنجا شبه القاحلة، التي تشهد موجة جفاف طويلة وقاسية (انظر: R. L. M. Novaes *et al*. *Nature* **498**, 170; 2013). والوقت الحالي ليس هو الوقت المناسب لوضع أهم مورد للمياه في المنطقة تحت ضغوط أكبر.

يتم بالفعل استخدام هذا النهر بشكل كبير كمصدر للمياه، وتوليد الطاقة، والري، وتربية الأحياء المائية، والنقل، والسياحة. إن منطقة كاتِنجا هي موطن للمجتمعات التقليدية، حيث سبل العيش الرئيسة هي مصايد السَّمَك والزراعة. وقد تؤدي محطة الطاقة إلى تهجير هذه المجتمعات؛ مما ينتج عن ذلك خسارة في الأصول المادية، وتقويض هويتهم الثقافية. ويمكن للمياه الناتجة من نظام تبريد المفاعل أنْ ترفع من درجة حرارة النهر؛ مما يهدد بقاء وتوازن الشبكات الإيكولوجية.

وكما هو الحال مع سَدّ بيلو مونتي، فإن الحكومة تمضي قدمًا مرة أخرى في مشروع بنية تحتية أساسي، مع قليل من التفكير ـ على ما يبدو ـ في العواقب الاجتماعية، أو الثقافية، أو البيئية.

إريكا دوس سانتوس نونيس*، جامعة ولاية باهيا، سالفادور، البرازيل.
erika.santosnunes@hotmail.com
*بالإنابة عن 4 من المشاركين في التوقيع، انظر: go.nature.com/tenkss لرؤية القائمة الكاملة.

كرة القدم الأمريكية تتعامل بشفافية

يشير نِك فليمنج إلى أنه يجب على مشجعي كرة القدم في بطولة كأس القارات ـ التي أقيمت في شهر يوليو الماضي في البرازيل ـ أن يدركوا أن الأحكام الإلكترونية على دقة خط المرمى ليست دائمًا قاطعة (*Nature* **497**, 537; 2013). وعلى النقيض من ذلك.. فإن مشجعي كرة القدم الأمريكية يدركون تمامًا بالفعل أوجه القصور في الإعادة.

ففي كرة القدم الأمريكية، يُلْغَى الإنذار فقط إذا كان هناك دليل مرئي لا جدال فيه ـ نتيجةً لمراجعة الفيديو ـ بأنّ الحُكْم به على أرض الملعب لم يكن صحيحًا. وإذا كانت نتائج الإعادة غامضة، يتم حساب الإنذار.

إريك ألتشولر، كلية نيو جيرسي الطبية، نيوارك، الولايات المتحدة الأمريكية.
altschel@umdnj.edu

حماية تجارة خشب الورد الثمين

أصبح خشب الورد بمدغشقر Dalbergia spp. ـ الذي يتميز بصلابته، ولونه العنابي ـ مهدَّدًا، نتيجة استغلاله في صنع الأثاث ذي الجودة العالية، والآلات الموسيقية.

ففي وقت سابق من هذا العام، حصلت خشب الورد على قدر أكبر من الحماية التجارية في «اتفاقية التجارة الدولية للأنواع المُهدَّدة بالانقراض من الحيوانات البرية والنباتات» CITES بمؤتمر بانكوك. ويتمثل التحدي الآن في تطبيق وتنفيذ هذه الحماية.

على الرغم من فرض الحظر السابق على قطع الأشجار، وشحن الأخشاب الصلبة من مدغشقر، وحتى صدور قائمة الملحق الثالث الاختيارية لـ«اتفاقية التجارة الدولية للأنواع المُهدَّدة بالانقراض» لتضم خمسة أنواع لنبات خشب الورد في عام 2011، إلا أن قَطْع الأشجار استمر بشكل غير القانوني في أعقاب الاضطرابات السياسية في البلاد في عام 2009. وسوف تخلق قائمة الملحق الثاني الحالية عقبات قانونية، لاعتراض التجارة غير المشروعة من خلال نظام تراخيص يسمح فقط بممارسات الحصاد غير الضارة.

ميريديث إيه. باريت، جامعة كاليفورنيا، سان فرانسيسكو، الولايات المتحدة الأمريكية.
barrettm@chc.ucsf.edu
جايسون إل. براون، آن دي. يودر، جامعة ديوك، درهام، نورث كارولينا، الولايات المتحدة الأمريكية.

اختلاف بصمات أصابع التوائم المتماثِلَة

كرئيس للجنة معايير تحديد الهوية في الطب الشرعي، التابعة للرابطة الدولية لتحديد الهوية، أودّ أن أشير إلى خطأ في نعيك لجوزيف موراي بخصوص بصمات التوائم المتماثلة (*Nature* **493**, 164; 2013)

طلب موراي بالفعل من ريتشارد ورونالد هيريك أخذ البصمات؛ لتحديد ما إذا كانا متطابقين في بصمات الأصابع، قبل نقل كلْيَة من أحدهما إلى الآخر (جيه. إي. موراي «جراحة الروح»؛ واتسون، 2001). وليس لدى أرشيف شرطة بوسطن أي سجل لطلب بصمات الأصابع، أو نتائجها (آي. تروتا و إم. سوليفان، اتصال شخصي).

ربما تم على الأرجح اختبار أكواد تصنيف بصمات أصابع التوأم للتشابه، على الرغم من أن هذا لن يشير إلى التوأمة، لأن الأشخاص الذين لا علاقة بينهم غالبًا ما يشتركون في كود التصنيف نفسه. لم أستطع أن أجد أي دليل على أن «بصمات أصابع التوأم كانت متماثلة»، كما جاء في النعي. ولو أنها كانت كذلك، لتَنَبَّه علم الطب الشرعي إلى ذلك في عام 1954.

لا توجد بصمات أصابع متماثلة بين الناس جميعًا، ولا حتى بين التوائم المتطابقين وراثيًّا (انظر، على سبيل المثال، X. Tao *et al*. *PLoS ONE* **7**, e35704; 2012).

جون آر. فاندركولك، مختبر شرطة ولاية إنديانا، فورت واين، إنديانا، الولايات المتحدة الأمريكية.
vanderkolkjohn@yahoo.com

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

كريستيان دي دوف

(2013 - 1917)

عالِم الأحياء الحاصِل على جائزة نوبل؛ لسبره أغوار تركيب الخلية.

إنّ طريق التميُّز في علم الأحياء طويل وشاق، وقد كان «كريستيان دي دوف» من القلة التي وصلت إلى قمة عالية؛ فتحت آفاقًا جديدة لرؤية مناطق مجهولة في هذا العلم.. تقاسم «كريستيان دي دوف» في عام 1947 مع كل من «ألبرت كلاود»، و«جورج بالاد» جائزة نوبل، التي تُمنح في علم الفسيولوجيا أو الطب على اكتشافاتهم «المتعلقة بالنظام التركيبي والوظيفي للخلية».

وُلد «دي دوف» في عام 1917 بالقرب من لندن، حيث انتقل والده أصحاب الأصول البلجيكية-الألمانية إلى هناك، هربًا من أهوال الحرب العالمية الأولى.

بعد انتهاء الحرب بقليل، عادت العائلة إلى مدينة إنتويرب ببلجيكا، حيث ذهب كريستيان إلى المدرسة، وتفوَّق فيها، ثم التحق بالجامعة الكاثوليكية بمدينة لوفيان في عام 1934 كطالب للطب، وانضمّ إلى معمل الفسيولوجيا الذي كان يديره «جي بي بوكارت».

تزوج في عام 1943 من «جانين هيرمان»، التى أصبحت فيما بعد رسّامة معروفة، وظلت داعمةً له طيلة حياتها. وتطلّبت تنقلاته المتعددة تضحيات جِسَام من زوجته وأبنائهما الأربعة، على نحو أعطى لدوف المجال للتركيز في جهوده العلمية.

قام دي دوف في تلك السنوات باكتشافات مهمة عديدة عن سُبُل تخزين واسترجاع الجلوكوز، وهو الوقود الأساسي في الجسم، عند تأثره بهرمونات البنكرياس، والإنسولين، والجلوكاجون.

بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية فَتحت معامل دولية رفيعة أبوابها له، وذهب في البداية إلى معمل «هوجو ثيوريل» في معمل نوبل الطبي باستوكهولم، ثم انتقل إلى معمل «جيرتي وكارل كوري» في جامعة واشنطن بمدينة سانت لويس.

دفعته بعض الروابط العائلية في عام 1947 إلى العودة إلى مدينة لوفين كأستاذ بكلية الطب. وفي طريق عودته من سانت لويس، قام بزيارة إلى معهد روكيفيلر للأبحاث الطبية (جامعة روكيفيلر الآن) بنيويورك، غيَّرت مجرى حياته، حيث قابل فيها ألبرت كلاود.

ذهب كلاود إلى روكيفيلر في عام 1929 لعزل ما يُعرف اليوم بفيروس «ورم روس» Rous sarcoma، وفي سبيله لتحقيق ذلك، أحدث ثورة في أبحاث الخلايا باستخدام جهازين، كان قد تم تطويرهما حديثًا، وهما المجهر الإلكتروني، وجهاز الطرد المركزي فائق السرعة، حيث مكَّن المجهر الإلكتروني كلاود مع كيث بورتر من الرؤية داخل الخلايا المستزرعة، بمقدار تكبير يفوق بكثير ما يمكن أن يوفره المجهر الضوئي.

وقد كان اكتشافهما التاريخي الذي أُعلن عنه في عام 1945 هو تلك الشبكة التي تشبه الدانتيل المحيطة بالنواة والتي يطلق عليها «الشبكة الإندوبلازمية»، كما تمكن كلاود وزملاؤه من فصل وتجميع مكونات الخلية المختلفة على أساس أحجامها وكثافتها باستخدام أجهزة الطرد المركزي فائقة السرعة.



استمر دي دوف في أبحاثه على الإنسولين والجلوكاجون كرئيس لمعمله بلوفين، متأثرًا بما تعلّمه من كلاود. وكانت أولى ملاحظاته أن نشاط الإنزيم جلوكوز 6 فوسفاتيز يرتبط في الغالب بجزء من الخلية، يترسب عند قُوَى طرد مركزي مرتفعة.. وقد برهنت التحليلات الأكثر تفصيلا من قبل دي دوف، وفيليب سيكيفيز، وبالاد على أن الجلوكوز 6 فوسفاتيز هو أول إنزيم دال على الشبكة الإندوبلازمية. ودعمت تلك النتائج فكرة أن الخلية تحتوى على مكونات مستقلة ذات نشاط إنزيمي متمايز.

نَحَّى دي دوف على الفور أبحاثه عن الإنسولين جانبًا، للتنقيب في تلك المكونات الخلوية غير المُخصَّصَة. ووقع اختياره على إنزيم «الفوسفاتيز الحمضي»، لسهولة قياسه. وبدت ملاحظاته لمعاصريه نوعًا من الفضول الساذج عن هذا الإنزيم وأماكن وجوده في الخلية، لكنها كانت دلائل مهمة بالنسبة إلى دي دوف.

تساءل دي دوف: هل من الممكن أن يكون إنزيم الفوسفاتيز الحمضي دالًا على أجزاء أخرى في الخلية؟

ربما كان هذا الإنزيم جزءًا من القطاع الهاضم في الخلية، يتم تخزينه مع غيره من إنزيمات التحلّل المائي؛ لتفتيت عديد من الجزيئات التى تتناولها الخلية؟

وللإجابة على هذه الأسئلة، قام دي دوف بتمشيط الأبحاث المنشورة؛ بحثًا عن إنزيمات تحلل مائي أخرى. وبعد أن حصل على عديد من النتائج المطمئنة، قام بالإعلان عن مفهوم الليسوزوم (C. de Duve *et al*. *Biochem*. *J*. **60**,604–617; 1955)، المعروف حاليًا كمركز الجهاز الهضمي للخلية.

كما اكتشف فريقه ـ باستخدام طرق مشابهة ـ مكونًا خلويًّا آخر، يسمى البيروكسيسوم، يحتوي على إنزيمات ضالعة في عمليات الأكسدة. وبعد ذلك اكتشف علماء آخرون أمراضًا مرتبطة بالليسوزوم والبيروكسيسوم. ويمكن علاج بعض تلك الاضطرابات التي يسببها فقدان أو خلل في أحد إنزيمات الليسوزم من خلال إعطاء المريض ذلك الإنزيم.

بعد ذلك توسَّع دي دوف في تلك النتائج وجمَّعها، كما أثبتَ أيضًا أنه إداريٌّ بارع، فقد أدار معملًا بجامعة روكيفلر (1962-1987)، وأسَّس وأدار (1975-1985) المعهد الدولي لعلم الأمراض الخلوي والجزيئى في مدينة بروكسل (كاستشراف لفكرة الطب التطبيقي)، الذي أُطلق عليه لاحقًا اسم «معهد دي دوف».

كما كان له أيضًا دور رئيس في إطلاق جوائز «لوريل يونيسكو» L'Oreal–UNESCO الفريدة والمرموقة للعالِمات، التي تُمنح سنويًّا لخمس عالمات، واحدة من كل قارة. وفي المرحلة الأخيرة «التأمليّة» من حياته ألَّف دي دوف كتبًا مهمة عن الأحياء والتطور، موجَّهَة إلى الجمهور المتعلم.

وقد كتب دي دوف في مذكراته التي قامت بنشرها (دار نشر أوديل جاكوب للعلوم، 2013) *Sept vies en une* أنه كان على الدوام أفضل طالب في مدرسته، إلا في سنة واحدة فقط، عندما أتى طالب آخر على القمة. وعزَّزت الجوائز المبكرة وما تلاها بعد ذلك الشعور العميق لديه بالثقة بالنفس، ذلك الشعور الذي كان له أحيانًا بعض العواقب غير المقصودة. وقد نفى بشكل قاطع أنه كان رئيسًا مستبدًّا، لكنه اعترف بطريقته المعهودة بأنّ بعض الأشخاص قد لا يتفقون مع ذلك، أما أنا شخصيًّا، فقد تأثرت بذلك الشخص الرقيق، الرحيم، خفيف الظل، الذي سأفتقده كثيرًا. ■

جونتر بلوبل أستاذ بيولوجيا الخلية، وباحث رئيس في معهد هاورد هيوز الطبي بجامعة روكيفيلر بمدينة نيويورك، الولايات المتحدة، حيث تعرف على دي دوف.

البريد الإلكتروني: blobel@mail.rockefeller.edu

INGBERT GRUTTNER/THE ROCKEFELLER UNIV.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علوم الكون

خيوط الهيدروجين الرفيعة تكشف عن الطاقة المظلمة

أخيرًا استخدمت آثار غاز الهيدروجين المكتشَفة بمناطق شاسعة من الفضاء ـ لأول مرة ـ كمسطرة معيارية لقياس الطاقة المظلمة (وهي الطاقة الكونية غير المعروفة، التي تسبب تسارُع تمدُّد الكون).



MASKOT/GETTY

الشكل 1 | ظلال مفيدة. من نمط الظلال على الأرض، نستطيع الاستدلال على نمط أوراق الشجرة. وقد استخدم فريق مسح التذبذب الطيفي الباريوني (BOSS)[1،2] الظلال في أطياف الكوازارات البعيدة؛ ليستدل بها على توزع غاز الهيدروجين في الكون، وليكتشف آثار الطاقة المظلمة.

تَمَارا م. ديفيز

أوردت تقارير المشروع التعاوني الدولي حول مسح التذبذب الطيفي الباريوني (BOSS) المنشورة مؤخرًا في دوريّة «الفلك والفيزياء الفلكية»[1] ومجلة «الكوزمولوجيا وفيزياء الجسيمات الفلكية»[2] كيفية استخدام أرصاد ومشاهدات غاز الهيدروجين الكوني لتحديد معدل تمدُّد الكون قبل أن تبدأ حقبة تسارع التمدد الكوني.

أصبح القول بأن تمدُّد الكون بدأ يتسارع منذ نحو 7 مليارات سنة جزءًا مقبولًا اليوم في النموذج الكوني القياسي، لكن لا يزال سبب استمرار التسارع حتى الآن لغزًا. ينطوي مصطلح «الطاقة المظلمة» على عدة احتمالات نظرية. وللتمييز فيما بينها، هناك حاجة إلى معلومات أكثر، مثل ما إذا كانت الطاقة المظلمة ثابتة، أم متغيرة بمرور الوقت. حتى الآن لا يزال الفلكيّون مقيَّدين بحقيقة أن معظم الأرصاد والمشاهدات قد استهدفت الكون القريب نسبيًّا (عندما يكون الانزياح نحو الأحمر (z) أقل من واحد تقريبًا، حيث يسهل رؤية المُستَعِرات الفائقة والمجرات)، أو أبعد من ذلك (عندما يكون الانزياح نحو الأحمر (z) عند 1100، حيث تشاهَد بقايا إشعاع الانفجار العظيم). وقد جَسَر فريق مسح التذبذب الطيفي الباريوني هذه الفجوة في الانزياح نحو الأحمر، وقياس التمدد الكوني عندما تكون قيمة z حوالي 2.3، وهو ما يطابق الزمن الذي كان فيه عمر الكون أقل من ربع عمره المقدَّر حاليًا بحوالي 13.8 مليار سنة.

يؤكد هذا القياس المدهش وجود الطاقة المظلمة، وما يثير الاهتمام أكثر أنه لا تظهر إشارة اختلاف أو تفاوت خلال العشرة مليارات سنة الماضية. وتبقى الطاقة المظلمة متسقة مع ثابت أينشتاين الكوني.. وهي نتيجة كان يمكن دحضها بسهولة بالمعطيات (البيانات) الواردة من هذه المسافات. أمكن هذا القياس بفضل الجهود التي بذلها فريق مسح التذبذب الطيفي الباريوني. فهذا المشروع التعاوني الدولي في طور الحصول على طيف 1.6 مليون مجرة، و150 ألف كوازار (الأجزاء المركزية فائقة السطوع بالمجرات النشطة) باستخدام تليسكوب سلون الرقمي؛ لمسح السماء (بقطر 2.5 متر)، في مرصد نقطة أباتشي في صنسبوت، بولاية نيومكسيكو. كانت الغاية تحديد توزُّع المادة عبر أكثر من نصف الكون القابل للرصد. هذا التوزع ليس عشوائيًّا، ويحمل في طياته ثروةً من المعلومات حول الطاقة المظلمة، والمادة المظلمة، وقوة الجاذبية.

منذ أن كشفت أرصاد ومشاهدات المستعرات الفائقة في عام 1998 أن تمدد الكون يتسارع، بُذِلَت جهود جبارة لقياس هذا التسارع بتفاصيل كافية؛ لمحاولة شرح أسبابه. ومن بين المعامِلات الأساسية المرصودة، كانت التذبذبات الصوتية الباريونية. تشكلت هذه التذبذبات بواسطة الموجات الصوتية في الكون المبكر، حيث كان الكون حينئذ كثيفًا جدًّا؛ مما مكَّن الصوت من الارتحال لأي مكان بسرعة تتجاوز نصف سرعة الضوء. وبعد 300 ألف سنة من الانفجار العظيم، تمدد الكون إلى مدى لم تَعُدْ معه المادة كثيفةً بشكل كافٍ لانتشار الأمواج الصوتية. ثم تجمدت الموجات في المكان، تاركةً مقياسًا مميزًا مطبوعًا على توزع الكثافة الأصلية التي ستتشكل منها المجرات في نهاية المطاف.

على مدى العقد الماضي، كانت المسوح المَجَرِّية ـ مثل مسح الانزياح الأحمر لمجرات الحقل ثنائي الدرجة[3]، ومسح الانزياح الأحمر لمجرات الحقل سداسي الدرجة[4]، ومسح تليسكوب سلون الرقمي للسماء[5]، ومسح ويجل WiggleZ للطاقة المظلمة[6] ـ قد اقتفت توزع المجرات في الكون على مسافات متزايدة باستمرار. وقد كشفت جميعها عن مقياس التذبذب الصوتي الباريوني المميز في أنماط توزع المجرات. وباستخدام هذا المقياس كمسطرة معيارية، تم توكيد تسارع التمدد الكوني بشكل رائع، ودقة تساوي حاليًا الدقة المتحصلة من دراسات المستعرات الفائقة.

يُعدّ مسح التذبذب الطيفي الباريوني (BOSS) هو المسح القادم في ذلك الخط المتميز من مشروعات المسح، لكن الفريق رأى أبعد من ذلك من خلال رصد الكوازارات. يرتفع سطوع الكوازارات الفائق بسبب تسخين المادة الساقطة بفعالية في الثقوب السوداء المركزية بالمجرات التي تستضيفها. استخدم الفريق هذه الكوازارات كـ«أضواء خلفية»؛ للكشف عن خيوط غاز الهيدروجين الرفيعة التي تتخلل الكون فيما بين المجرات. وعندما يمر ضوء الشمس من خلال فروع شجرة، يمكن الاستدلال على نمط الأوراق بواسطة الظلال التي تلقيها (انظر الشكل1). وبشكل مماثل، عندما يمر ضوء الكوازار خلال غيوم الهيدروجين، فإن الضوء الممتص يعطي خريطة عن تموضع الهيدروجين.

ليست هذه المرة الأولى التي يُتَتبَّع فيها الهيدروجين باستخدام الكوازارات كأضواء خلفية. وكذلك ليست المرة الأولى التي تقاس فيها التذبذبات الصوتية الباريونيّة، لكنها المرة الأولى التي يستخدَم فيها الهيدروجين لقياس التذبذبات الصوتية الباريونية، وهي ـ إلى حد بعيد ـ أقصى مسافة لقياس معدل تمدد الكون حتى الآن.

هذه النتيجة المدهشة تدعم فكرة أن النموذج الأكثر

بساطة للطاقة المظلمة ـ والقائل بثباتها ـ هو النموذج الأفضل فعلاً. وهذا يترك الفلكيين في موقف يثير الاهتمام. ومنذ عثور علماء فيزياء الجسيمات الأولية على بوزون هيجز فعلًا، كما تم التنبؤ بوجوده، عثر علماء الكَوْنيّات على الطاقة المظلمة فعلاً، كما تنبأت بوجودها النظرية الأكثر بساطة.

وانطلاقًا من هنا، إلى أين المسير؟ تبقى مشكلة أنه لا تفسير نظريًّا جيدًا لكل من المادة المظلمة أو الطاقة المظلمة. ستتحسن الأرصاد والمشاهدات بشكل مستمر، لكن بات واضحًا أن الاختراقات الحقيقية اللازمة نظرية في الأساس، بمعنى أن الأرصاد سهلة. وبإيلاء مزيد من الوقت، والأجهزة الأفضل، والتحليل الدقيق، وزيادة الموارد البشرية، يمكن للقياسات أن تتحسن. بيد أن النظرية أكثر صعوبة، وليس هناك قدر محدد من الوقت كفيل بإحداث اختراق، ويمكن أن يكون «الاكتشاف الكبير القادم» قد فُقِد في مستنقع أو شرَك النظريات الضعيفة، نظرًا إلى افتقاد النصير الكاريزمي بما فيه الكفاية.

في الجيل القادم من تجارب علوم الكَوْنيّات، يبذل الراصدون قصارى جهدهم لتهذيب النظريات بمختلف السبل، نظرًا إلى وعيهم بهذه المسألة. فهم يوفرون مختلف أشكال الأرصاد والمشاهدات التي يمكن أن تساعد في التمييز بين النظريات، وفي توجيه أبحاث المُنَظِّرين.

في غضون ذلك، لا زلتُ مذهولاً من قدرة البشر على قياس توزع الهيدروجين، كما كان قبل تشكُّل الأرض بأكثر من ستة مليارات سنة، وربطه بالأمواج الصوتية في طفولة الكون، وذلك بتطبيق مفاهيم فيزيائية بسيطة فقط ـ كالضغط والجاذبية ـ التي تحكم الحياة اليومية على الأرض. وتزيد تلك الحقيقة ثقتي أكثر في الصورة الإجمالية التي كشف عنها علمُ الكون، وتمثل إلهامًا كافيًا للاستمرار في بذل الجهد لمعرفة الأسرار المتبقية. ■

تَمَارا م. ديفيز تعمل بمدرسة الرياضيات والفيزياء، جامعة كوينزلاند، بريسبان، أستراليا.
البريد الإلكتروني: tamarad@physics.uq.edu.au

1. Busca, N. G. *et al. Astron. Astrophys.* **552,** A96 (2013).
2. Slosar, A. *et al. J. Cosmol. Astropart. Phys.* 026; http://dx.doi.org/10.1088/1475-7516/2013/04/026 (April 2013).
3. Eisenstein, D. *et al. Astrophys. J.* **633,** 560–574 (2005).
4. Beutler, F. *et al. Mon. Not. R. Astron. Soc.* **416,** 3017–3032 (2011).
5. Anderson, L. *et al. Mon. Not. R. Astron. Soc.* **427,** 3435–3467 (2012).
6. Blake, C. *et al. Mon. Not. R. Astron. Soc.* **418,** 1707–1724 (2011).

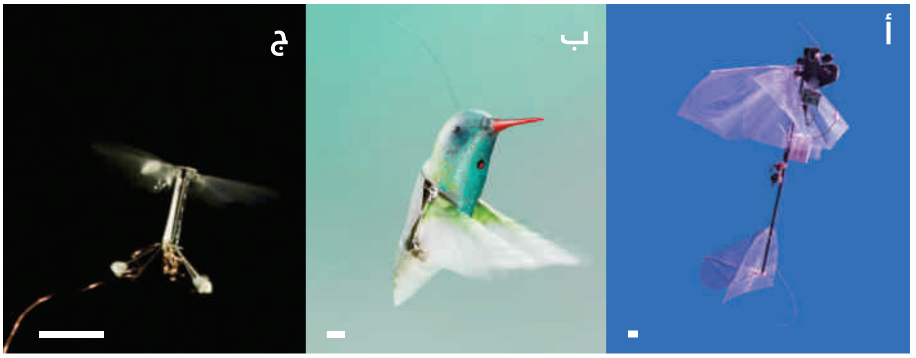
محاكاة البيولوجيا

روبوتات تطير مثل ذبابة

عندما أماط البيولوجيُّون اللثام عن مبادئ طيران الحشرات، ألهموا بذلك جيلًا من المهندسين للبناء على إنجازاتهم بمجال الديناميكا الهوائية. وبفضل ثورة في تقنيات التصنيع المجهري، فإن أول ذبابة روبوتية تطير الآن.

ديفيد لِنْتِنْك

كان تصور وجود ذبابة روبوتية، تتسلل خلسةً فتُراقب منازلنا وترصد مقرّات قيادتنا، هو أحد تعبيرات الثقافة الشعبية عن بارانويا الحرب الباردة. وكان كذلك خيالاً محضًا، لأن العلماء آنذاك لم يكن بمقدورهم تفسير الميكانيكا الكامنة وراء طيران الحشرات. فبالاعتماد على نظرية الديناميكا الهوائية المُلائمة فقط للطائرات ثابتة الأجنحة، يمكن لحساباتهم استنتاج أنّ أجنحة الحشرات تُولد رفعًا أقل من أن يبقيها مُحلقة. بيد أن فهمنا لديناميات الحشرات الهوائية، وقدرتنا على بناء روبوتات تُحاكيها وتستفيد منها، كانت قد نمت للغاية خلال العِقدين الأخيرين. وبلغ ذلك ذروته بنشر تقرير وود وزملائه[1] (بتوقيع ما وزملائه *Ma et al*.) بدوريّة «ساينس» حول أول طيران تحت السيطرة لذبابة روبوتية بالحجم الطبيعي.



الشكل 1 | انتصارات مُجَنَّحَة. ثلاثة إصدارات مُتتابعة من الروبوتات المُصغرة، كل منها يُحاكي جوانب محددة في تحليق الحيوانات. **أ**، روبوت ديلفلاي[7] المتوازن بشكل سلبي، يحلق مثل حشرة، ويُتحكم فيه بواسطة ذيله. **ب**، طائر الطنان النانوي عديم الذيل[8] يتوازن بواسطة طيار آلي على متنه، ويتحكم في زاوية الجناح بطريقة تُماثل تلك التي نُشاهدها في الطيور الطنانة الحقيقية. **جـ**، الذبابة الروبوتية التي طورها ما وزملاؤه[1]، تظهر هنا في أولى رحلاتها، ويُتحكم فيها بواسطة سلك يوفر لها طاقة مُعدّلة لكل «عضلة» من عضلات الطيران بالجناح. خطوط المقياس: 10 مليمترات (تقديريًّا).

كانت خطوة مهمة على طريق بسط أسرار طيران الحشرات قد جاء بها باحثون في 1996 باستخدام نموذج ديناميكي عملاق لفراشة «عثة الصقر»[2]. رفرف هذا الروبوت بأجنحته زهوًا بتردد مرة واحدة فقط كل ثلاث ثوان، وكان ذلك محسوبًا لتوليد التدفق الهوائي وقوة الرفع اللازمة لفراشة مُحلقة. وبإطلاق دخان من داخل الأجنحة، تمكَّن المُؤلِّفون من إظهار دوامة شبيهة بالإعصار كانت تندفع باتجاه الخارج على طول الحافة الأمامية لكل جناح. هذا الاستقرار الملحوظ لدوامة حافة الجناح الأمامية يُمَكِّن أجنحة الحشرات من العمل بزوايا انقضاض تتوقف لديها أجنحة الطائرة وتولِّد بالتالي مزيدًا من الرفع.

رغم أن تجارب الدخان قد كشفت عن الدوامة، إلا أنهم لم يحددوا مقدار الرفع الزائد الناجم عنها. ومن أجل قياس تلك القوة، صنع فريق[3] آخر «روبوفلاي» Robofly —وهو ذبابة فاكهة روبوتية مُكبرة 100 مرة، وقاموا بدراسته مغمورًا في صهريج من الزيت المعدني. تتناسب قوة (دفع) المائع طرديًّا مع نسبة مُربع اللزوجة إلى الكثافة، لكن بخلاف ذلك ـ في حالة أنماط تدفق متماثلة ـ تكون هذه القوة في الزيوت أكبر بخمسين ألف مرة من مثيلتها في الهواء. أتاح تضخيم القوة هذا للمؤلفين تسجيل وفرز عدد لا يُحصى من آليّات الديناميكا الهوائية التي يوظفها ذباب الفاكهة لأداء مناورات التحليق المُعقدة.

مكّن التبصر الذي قدمته تجربة «روبوفلاي» المهندسين الكهربائيين من تصميم ذباب روبوتي بالحجم الطبيعي[4]، وهو ما كان الباحثون في السابق يتخيلونه فقط[5]، مُستهلين بذلك مرحلة تطور الذبابة الروبوتية. في ذلك الوقت، كانت الروبوتات بوزن ذبابة تُمثل كابوسًا تصنيعيًّا بالنسبة إلى المهندسين، نظرًا إلى ثقل المكونات الإلكترونية. فليس مستغربًا إذن أنّ أول روبوت مرفرف حلّق مثل ذبابة ـ من طراز «منتور» Mentor بجناح امتداده 360 مليمترًا ـ كان وزنه يتجاوز 400 جرام[6]. قيَّد هذا الوزن الروبوت «منتور» برحلات قصيرة من الطيران العمودي والتحليق، وحفظ توازنه خلالها باستخدام الطيار الآلي. أما النموذج التالي من طراز «ديلفلاي» Delfly، فكان امتداد جناحه 280 مليمترًا (الشكل 1–أ)، واعتمد على التوازن السلبي، عوضًا عن الإلكترونيات الضخمة، ويزن 16 جرامًا فقط، واستطاع الطيران مدة 16 دقيقة[7]. قام «ديلفلاي» بأداء عمليات إقلاع وهبوط رأسية، كما حلق، وطار إلى الأمام مثل حشرة يعسوب.

ولاحقًا، قام أحد الشباب الهواة بتصغير حجم هذا التصميم إلى جناح امتداده 60 مليمترًا فقط، وبكتلة بلغت 930 مليجرامًا، وطيَّره بمكان مغلق. ويُظْهِر فيديو نُشر في 2009 بموقع «يوتيوب» (go.nature.com/qhrbnl) طيرانًا استثنائيًّا مدعومًا ببطارية، استمر مدة تتجاوز دقيقة واحدة، لروبوت تم تطويره حينما كانت مشروعات بحثية متنافسة يُقدر تمويلها بملايين الدولارات تحاول تحقيق نتائج مُشابهة، ولم تتمكن من الإقلاع، لكن الأمور تبدلت مع الطائر الطنان النانوي[8]، أول روبوت مرفرف بلا ذيل يستطيع الإقلاع والهبوط رأسيًّا (صورة 1–ب). يبلغ طول الروبوت 160 مليمترًا، ويستطيع الطيران 11 دقيقة مزودًا بطاقة بطارية، ومتوازنًا باستخدام الطيار الآلي، ويتغير اتجاهه بالتحكم في زاوية الانقضاص خلال كل ضربة جناح، تمامًا كالطيور الطنانة الحقيقية، التي يُطلق عليها الحشرات الطبيعة الفخرية. توازي أقصى قدرات الروبوت على المُناورة تلك القدرات الخاصة بالطيور الطنانة والذباب. ومن ناحية أخرى، يفوق وزن هذا الروبوت بخمسة أضعاف وزن الأنواع الشائعة من الطائر الطنان، ويفوق بألف ضعف وزن ذبابة منزلية.

أكدت هذه الروبوتات التنبؤات التجريبية بأن الأجسام الطائرة المُرفرفة يمكن تصغيرها إلى حجم حشرة، ومع ذلك تستمر في أداء وظائفها؛ وهذا يعود بشكل رئيس إلى أن آليات

الديناميكا الهوائية التي يقوم عليها طيرانها ليست محدودة بالحجم[7]. بيد أن مزيدًا من التصغير تعرقل بغياب تقنية التصنيع الخفيف الكفوءة عند مستوى المليمتر، لكن الباحثين بمختبر وود أمضوا أكثر من عقد لاستحداث سبل لجَسْر تلك الفجوة التقنية. فقد أعلن فريق وود في السنة الماضية عن تقنية تصنيع ثورية عند مستوى المليمتر(تستلهم الكتب المُنبثقة pop-up) يمكنها إنتاج ذبابات روبوتية بالجملة بطول 30 مليمترًا، وتزن 80 مليجرامًا فقط[9]. والتفافًا حول عقبات قوانين المقاييس العنيدة التي تُدهور أداء المحركات الكهربية وكراسي التحميل عند مقياس المستوى (المصغّر)، طور الفريق أيضًا بدائل فعّالة على هيئة مُشغلات كهروضغطية مُصغرة، ومفاصل مرنة منخفضة الاحتكاك.

أدت تلك التطورات إلى إنجاز وود وزملائه الاستثنائي لذبابة روبوتية بالحجم الطبيعي (الشكل 1–جـ)، لكن الجهاز جاء مقيدًا بسلك يربط الروبوت إلي بطارية أرضية وطيار آلي. ويقوم الطيار الآلي بمراقبة وضبط مسار طيران الروبوت خفقة بخفقة تقريبًا. ورغم قرب اكتمال طيار آلي مايكرومتري الحجم ليوضع على متن الروبوت، إلا أن ابتكار بطاريات بالقياس نفسه لا يزال يمثل تحديًا استثنائيًّا. هناك حاجة إلى تكنولوجيا بطاريات جديدة تمامًا لتدفع بموجة الروبوتات الدقيقة المرفرفة حرة الطيران خارج نطاق الخيال العلمي باتجاه دخول المجتمع المعاصر.

وحينما يحدث ذلك، يُرجح أن تُستخدم روبوتات بحجم الحشرات أولًا كعيون غير واضحة (وغير مُكلفة) في السماء؛ لتساعدنا على اكتساب وعيٍ بالأوضاع في مواقف احتجاز رهائن مثلًا، أو في مناطق حرب المدن، وربما تستخدم فيما بعد كملقحات زراعية اصطناعية. وتقترح دراسة ما وزملائه أنه يمكن لذبابتهم الروبوتية أيضًا أن تدفع قُدُمًا بفهمنا البيولوجي لطيران الحشرات، فبالإمكان مثلًا التلاعب بسمات ومعامِلات الروبوت؛ لاختبار فرضيات محددة تتعلق بالتوازن والتحكم، لكن لسوء الحظ، فإن الأجنحة المُرفرفة الخاصة بالروبوت لن تدفع بحدود كفاءتها الديناميكية الهوائية قدمًا، فلدى مقارنتها بمثيلاتها، لوحظ أن مراوح الطائرات العمودية تتطلب دائمًا طاقة أقل ـ بناء على وزنها ـ من الأجنحة المُرفرفة[7،8]، غير أن الروبوتات المُرفرفة مستعدة للطيران بمتانة أكبر في البيئات المُزدحمة والمُضطربة. وهنا، وبينما تنجح الحيوانات، فشل الجيل الحالي من الطّنّانات الدقيقة الطائرة بلا طيار فشلاً ذريعًا. وربما يحتاج جنود المستقبل إلى حمل مِقْرَعَة (مِنَشَّة) حشرات بساحة المعركة. ■

ديفيد لِنْتِنْك يعمل بقسم الهندسة الميكانيكية، جامعة ستانفورد، ستانفورد، كاليفورنيا، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: dlentink@stanford.edu

1. Ma, K. Y., Chirarattananon, P., Fuller, S. B. & Wood, R. J. *Science* **340,** 603–607 (2013).
2. Ellington, C. P., van den Berg, C., Willmott, A. P. & Thomas, A. L. R. *Nature* **384,** 626–630 (1996).
3. Dickinson, M. H., Lehmann, F. O. & Sane, S. P. *Science* **284,** 1954–1960 (1999).
4. Fearing, R. S. *et al.* in *Proc. IEEE Int. Conf. Robotics Automation* 1509–1516 (2000).
5. Flynn, A. M. in *Proc. IEEE Micro Robots and Teleoperators Workshop* 221–225 (1987).
6. Zdunich, P. *et al. J. Aircraft* **44,** 1701–1711 (2007).
7. Lentink, D., Jongerius, S. R. & Bradshaw, N. L. in *Flying Insects and Robots* (eds D. Floreano *et al.*) 185–205 (Springer, 2010).
8. Keennon, M., Klingebiel, K., Won, H. & Andriukov, A. in *50th AIAA Aerospace Sciences Meeting* **0588,** 1–24 (2012).
9. Sreetharan, P., Whitney, J., Strauss, M. & Wood, R. *J. Micromech. Microeng.* **22,** 055027 (2012).

الخلايا الجذعية

استنساخ الأجِنّة البشرية

أخيرًا تم توليد الخلايا الجذعية البشرية بواسطة تقنية النقل النووي للخلايا الجسدية. سيتيح إجراء أبحاث أكثر على مثل هذه الخلايا تبصرًا أفضل بطرق تحسين إنتاج الخلايا الجذعية بواسطة إعادة البرمجة.

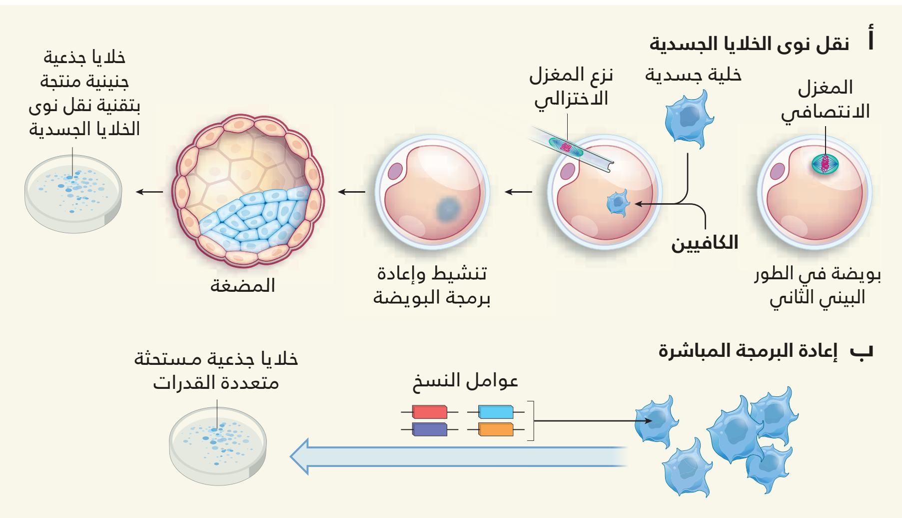
كريستين ممري، وبرنارد رويلن

أحدث مولد النعجة المستنسخة دولّي Dolly سنة 1996 إثارة عظيمة في أوساط الباحثين. فهي أول كائن ثديي مستنسخ[1] تُخُلّق بواسطة حقن نواة خلية جسدية (غير جرثومية) في بويضة بعد نزع حمضها النووي الجينومي، ثم نقل الجنين الناتج إلى أم حاضنة. أحد تضمينات هذا الانجاز كان إمكانية استخدام أجنة مستنسخة بطريقة مماثلة؛ لإنتاج خلايا جذعية مطابقة جينيًّا لخلايا المتبرع الجسدية، بحيث إذا تم نقل هذه الخلايا الجذعية ـ أو خلايا أو أنسجة مشتقة منها ـ إلى جسم المتبرع بغرض العلاج، فلن يرفضها جهازه المناعي. في السنوات التالية، استخدمت تقنية نقل نوى الخلايا الجسدية (SCNT) هذه بنجاح لإنتاج خلايا جذعية من أجنة مستنسخة للفئران[2،3]؛ لكن كل المحاولات المماثلة لإنتاج خلايا جذعية من أجنة بشرية مستنسخة فشلت، وذلك حتى نَشَرَ تاشيبانا وزملاؤه[4] دراستهم بمجلة «الخلية».

والدراسة جديرة بالملاحظة لعدة أسباب. أولاً، تشرح الدراسة لماذا فشلت كل المحاولات السابقة لاستنساخ أجنة بشرية. البويضة البشرية (الخلية البيضية) ـ وكذلك بويضات معظم الثدييات ـ تُطلَق من المبيض عند مرحلة الطور البَيْني الثاني metaphaseII من انقسام الخلية الاختزالي (الانتصافي). تستأنف الخلية انقسامها الاختزالي وتكمله بعد أن تُلقّح فقط. وإزالة مغزل الانقسام الاختزالي ـ وهو البنية الخلوية الضامنة للتوزيع العادل للكروموزومات بين الخلايا المنقسمة ـ جزء مكمل من عملية نقل نوى الخلايا الجسدية. أدرك تاشيبانا ورفاقه أن هذا يُحدِث اكتمالاً غير ناضج للانقسام الاختزالي المنصِّف في البويضات البشرية وفقدانًا لاحقًا لقدرتها على إعادة برمجة الخلايا الجسدية إلى خلايا متعددة القدرات، مما يتيح لها أن تتمايز إلى كافة أنواع الخلايا بالجسم. وإضافة الكافيين إلى وسط استنبات الخلايا أبطأ عملية اكتمال الانقسام الاختزالي المنصف بشكل حاسم، مؤكدًا بذلك نجاح طريقة الباحثين.

كذلك، أظهرت الدراسة أن المُضَغ أو حوصلات نشوء الأرومة blastocysts ـ وهي الأجنة المكونة من 100 خلية تقريبًا ـ المُنتَجة باستخدام بروتوكول تقنية نقل نوى الخلايا الجسدية المعدّل هذا كانت سليمة بما يكفي لاستخدامها لتوليد خلايا جذعية جنينية مطابقة جينيًّا لنوى المتبرع. والجدير بالذكر أن الباحثين تمكنوا من إنتاج هذه الخلايا الجذعية الجنينية بتقنية نقل النوى باستخدام نوى، ليست فقط من خلايا أجنة، بل ومن خلايا مواليد. لذلك.. يمكن استخدام هذا النهج لتخليق نماذج خلوية لمرض جيني قد يحمله المتبرع بالخلية الجسدية.

وينبغي الاحتفاء بهذه الإنجازات التقنية التي كافح الباحثون حول العالم عقدًا من الزمن لبلوغها. ورغم ذلك.. ثبّط التقدم الموازي الذي أُنجز بمجال أبحاث الخلايا



الشكل 1 | توليد الخلايا الجذعية متعددة القدرات مخبريًّا. أ، أظهر تاشيبانا وزملاؤه[4] أن الخلايا الجذعية الجنينية البشرية يمكن توليدها بواسطة تقنية «نقل نوى الخلايا الجسدية». قام الباحثون بنزع المغزل الاختزالي (الانتصافي) من خلية بويضة توقفت عند مرحلة الطور البيني الثاني metaphaseII من الانقسام الاختزالي للخلية، ثم حُضنت خلية البويضة باستخدام الكافيين؛ لمنع الاكتمال غير الناضج للانقسام الاختزالي المُنصِّف. ومن ثم أدخلوا خلية جسدية في بويضة منزوعة النواة. أعقب ذلك تنشيط للبويضة، وإعادة برمجة خلوية، مُنْتِجَةً بذلك حوصلات أرومية (مُضَغًا) اشتُـقت منها خلايا جذعية جنينية (SCNT-ES). **ب،** بالمقارنة، توليد خلايا جذعية مستحثة متعددة القدرات (iPS) يتضمن إدخال أربعة عوامل نسخ متعلقة بتعدد القدرات في خلية متمايزة (ناضجة)؛ لاستحثاث إعادة برمجتها مباشرة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الجذعية ـ بشكل ما ـ الإثارة التي كانت ستتلقاها دراسة تاشيبانا وزملائه. ربما كانت ستماثل الإثارة نفسها التي ولّدها منذ تسع سنوات نشر تقرير وو سوك حول نتائج مشابهة، قبل اكتشاف تزوير البيانات المنشورة[5].

في رأينا، في عام 2006 كان اكتشاف[6] أن الخلايا الناضجة المتمايزة يمكن إعادة برمجتها مباشرة لحالة مشابهة للخلايا الجذعية ـ تسمى الخلايا الجذعية المستحثة متعددة القدرات (iPS) ـ اختراقًا أكثر أهمية بهذا المجال البحثي. فالخلايا الجذعية المستحثة متعددة القدرات المولّدة بإدخال أربعة عوامل نسخ في الخلايا المتمايزة لفرد ما دون الحاجة إلى الخطوة الحساسة أخلاقيًّا، أي تخليق أجنة وسيطة من بويضات (الشكل 1). وفي الواقع، تُنتج مختبرات كثيرة حاليًا خلايا جذعية مستحثة متعددة القدرات من المرضى، متجاوزين بذلك معوقات كثيرة ـ عملية وتنظيمية ـ ترتبط بالحصول على بويضات بشرية.

والسؤال المحيّر حاليًا هو: إلى أي مدى يصل تشابه الخلايا الجذعية المستحثة متعددة القدرات (iPS) بالخلايا الجذعية الجنينية الناجمة عن تقنية نقل نوى الخلايا الجسدية إلى بويضات بعد نزع حمضها النووي الجينومي (SCNT-ES)؟ هناك فرق واحد ظاهر مباشرةً. في الخلايا الجذعية المستحثة متعددة القدرات، تأتي المُتَقَدِّرات أو الميتوكوندريا (عُضَيّات داخل الخلية تنتج لها الطاقة) ـ وكل العُضيّات الأخرى ـ من خلية المتبرع. أما في الخلية الجذعية الجنينية، فتستمد المُتَقَدّرات من البويضة، وليس من المتبرع بالنواة. وبعيدًا عن النواة، فإن المُتَقَدّرات هي العضيات الوحيدة التي تحوي حمضًا نوويًّا يشفّر (يرمّز) عشرة جينات تقريبًا. هذا يعني أن الخلايا الجذعية الجنينية المولدة بتقنية نقل النوى (SCNT-ES) قد تُثير الجهاز المناعي للشخص الذي عُولج ظاهريًّا بخلاياه الجذعية الجنينية، وتسبب بذلك رفضها.

من ناحية أخرى.. هذا يجعل هذه الخلايا ملائمة لدراسة أمراض المُتَقَدّرة ـ الناشئة عن اعتلال المُتَقَدّرات ـ وتُورَّث من الأم (فالجنين يرث المُتَقَدّرات من أمه حصرًا). ولتخليق خلايا جذعية جنينية (SCNT-ES) لهذه الأمراض، استخدم تاشيبانا وزملاؤه نوى من خلايا مرضى مصابين بـ«متلازمة ليه» Leigh (اضطراب تسببه طفرات في جينات المُتَقَدّرات). ولأن المُتَقَدّرات في الخلايا الجذعية الجنينية أتت من البويضة، فلن تحمل هذه الخلايا الطفرة الجينية نفسها، ولن تقدم نموذجًا لدراسة «متلازمة ليه». على أي حال، تُعد الخلايا المتولدة إثباتًا لمبدأ إمكانية استخدام خلايا جسدية ناضجة في تقنية نقل نوى الخلايا الجسدية البشرية.

تُظهِر دراسة تاشيبانا وزملائه أن الخلايا الجذعية الجنينية التي أنتجوها تنطبق عليها صفات تعدد القدرات الرئيسة: فبإمكانها التمايز مخبريًّا (النضوج الوظيفي والبنيوي)؛ وتعبر عن جينات تعدد القدرات؛ وعندما تُحقن في فأر ضعيف مناعيًا، تُشكِل ورمًا مسخيًّا teratoma (نوع من الأورام يحوي أنواع خلايا مختلفة كثيرة)، لكن خصائص أخرى لهذه الخلايا لم تُستكشف بشكل واسع.

وبرغم أن الخلايا الجذعية البشرية المستحثة متعددة القدرات معروفة بتجميعها لطفرات جينية بدون العناية الضرورية[7]، لكنها إجمالاً مشابهة جدًّا للخلايا الجذعية الجنينية المشتقة من أجنة بشرية طبيعية «فائضة»، تكونت بمعالجة التخصيب في أنابيب الاختبار (IVF)، وهي مستقرة على المدى البعيد جينيًّا ولا جينيًّا تحت ظروف استنبات حذرة[8]. لم يقارن تاشيبانا وزملاؤه ـ على أي حال ـ فاعلية الخلايا الجذعية الجنينية المنتجة بتقنية نقل نوى الخلايا الجسدية (SCNT-ES) بالخلايا الجذعية الجنينية المخصبة مخبريًّا (IVF) وبالخلاياالجذعية المستحثة متعددة القدرات (iPS) في التمايز ـ وظيفيًّا وبنيويًّا في المختبر ـ تحت ظروف مثالية. وليس من الواضح بقاء الخلايا الجذعية المنتجة بتقنية نقل نوى الخلايا الجسدية مستقرة بمرور الوقت. لا شك أن مزيدًا من الأبحاث حول هذه الخطوط سيكون مفيدًا.

يُعَدّ ما قدمته هذه الدراسة مصدرًا مرجعيًّا ممتازًا. تستغرق إعادة البرمجة المباشرة للخلايا الجذعية البشرية المستحثة متعددة القدرات (iPS) عدة أسابيع، بينما تستغرق إعادة برمجة الخلايا الجذعية الجنينية المنتجة بتقنية نقل نوى الخلايا الجسدية (SCNT-ES) بضع ساعات بواسطة عوامل طبيعية موجودة في البويضة، وربما تنتج ـ من حيث المبدأ ـ ذرية جديدة. قد تكون المقارنة المباشرة وجهًا لوجه بين أنواع الخلايا المستنسخة في مستنبت ـ لفترة زمنية طويلة ـ حالة مثالية، على الأقل للتعرف على عوامل قد تحسِّن كفاءة وحصيلة عملية إعادة البرمجة المباشرة.

ملاحظة تحذيرية: منذ نشر دراسة تاشيبانا وزملائه، كان هناك نقاش مستمر حول بعض الأخطاء، كاحتمال تكرار بعض الأرقام وسوء توسيمها[9]. لذلك.. ننتظر بصبر فارغ توكيدًا تجريبيًّا ـ يقوم به علماء آخرون ـ لنتائج تاشيبانا وزملائه، وكذلك نتائج تحقيق تجريه مجلة «الخلية» التي نشرت الدراسة؛ لتحديد كيفية حدوث هذه الأخطاء، وما إذا كانت تؤثر على نتائج الدراسة إجمالاً (لم تنشر نتائج التحقيق حتى أواخر شهر يونيو). ورغم هذه المخاوف، تعتبر النتائج الراهنة تطورًا كبيرًا، خاصّةً لمن يدرسون الاستنساخ البشري والتخصيب المخبري. أما إنْ كانت هذه الدراسة ستغير قواعد لعبة البحث بمجال فهم الأمراض والطب التجديدي واكتشاف الدواء، فهذا أمر قابل للنِّقاش. ■

كريستين ممري تعمل بقسم التشريح وعلم الأجنة، مركز جامعة ليدن الطبي، ليدن، هولندا.
البريد الإلكتروني: c.l.mummery@lumc.nl
برنارد رويلِن يعمل بقسم صحة حيوانات المزرعة، كلية الطب البيطري، جامعة أوتريخت، أوتريخت، هولندا.
البريد الإلكتروني: b.a.j.roelen@uu.nl

1. Wilmut, I., Schnieke, A. E., McWhir, J., Kind, A. J. & Campbell, K. H. S. *Nature* **385,** 810–813 (1997).
2. Munsie, M. J. *et al. Curr. Biol.* **10,** 989–992 (2000).
3. Wakayama, T. *et al. Science* **292,** 740–743 (2001).
4. Tachibana, M. *et al. Cell* http://dx.doi.org/10.1016/j.cell.2013.05.006 (2013).
5. Cyranoski, D. *Nature* **439,** 122–123 (2006).
6. Takahashi, K. & Yamanaka, S. *Cell* **126,** 663–676 (2006).
7. The International Stem Cell Initiative *Nature Biotechnol.* **29,** 1132–1144 (2011).
8. Yamanaka, S. *Cell Stem Cell* **10,** 678–684 (2012).
9. Cyranoski, D. & Check Hayden, E. *Nature* http://dx.doi.org/10.1038/nature.2013.13060 (2013).

البيولوجيا السلوكية

علم الآثار يلتقي بتكنولوجيا الرئيسيات

كشفت دراسة حول القردة الكبوشية البرية ـ التي تكسر الجوز باستخدام مطارق حجرية ـ أنماطًا زمانية ومكانية لآثار مجهوداتها التقنية، مما يؤكد أن مثل هذه السلوكيات يمكن أن تُدرَس من منظور علم الآثار.

أندرو وايتن

ظل أسلافنا المبكرون يشكلون ويستخدمون الأدوات الحجرية لما لا يقل عن 2.5 مليون عام[1]. وأخذت الشفرات البرونزية تحل محل الفؤوس الحجرية منذ بضعة آلاف فقط من السنين. ولذا.. فإن أدوات الطَّرْق الحجرية ـ مطارق وفؤوس تعمل بواسطة القوة الموجهة ـ ميَّزت ما يزيد على 99.9%من تطور البشر تقنيًّا[2]. أتاح اكتشاف استخدام الأدوات الحجرية لدى الرئيسيات الأخرى فرصًا مثيرة للنظر في مثل هذا السلوك لدى الأنواع الحية الأخرى. وقدمت قرود الشمبانزي بغرب أفريقيا بؤرة هذا البحث لثلاثين عامًا، لكن قبل عقد من الزمان، كُشف[3] أن القرود الكبوشية الملتحية تستخدم هي أيضًا مطارق حجرية في تكسير الجوز (الشكل 1 أ). وفي دراستهم المنشورة بدوريّة العلوم الأركيولوجية Archaeological Science، قدم فِسالبرِجي وزملاؤه[4] ثمرات مشروع عابر للتخصصات[5]، خرج من رحم هذا الاكتشاف. تتجاوز دراستهم نطاق الملاحظات أو المشاهدات السلوكية، لترصد وتسجل التوقيعات الأثرية لاستخدام أدوات الطرق بواسطة القرود الكبوشية.

يمثل هذا البحث أحد أوائل الأمثلة التجريبية الشاملة لمجال علم الآثار المتعلق بالرئيسيات الجديد[6-8]. وفي سياق عملهم بموطن القرود المفتوح في أحراش شبيهة بالسافانا بالبرازيل، عيّن المؤلفون مواضع 58 سندانًا نشطًا لتكسير الجوز، تم الاستدلال عليها بوجود مطارق حجريّة وحفر على السندانات الحجرية أو الجذوع الخشبية وبقايا الجوز. تم تفتيش موقع كل سندان وتصويره فوتوغرافيًّا شهريًّا على مدى ثلاث سنوات، كما تمت إزالة الجوز، واستبدال المطارق، وإعادة تصوير مجموعة الأشياء هذه فوتوغرافيًا؛ لأجل تتبُّع التغيرات المادية في الموقع.

وجد المؤلفون أن متوسط استخدام السندان يبلغ 35% من الشهور، وأن أقصى استخدام لموقع السندان المنفرد يبلغ 30 شهرًا خلال فترة المتابعة، البالغة 36 شهرًا. ونقل المطارق هو كذلك أمر نادر الحدوث نسبيًّا، فقد كانت هناك 40 حالة فقط لنقل مطارق لمسافة تزيد عن 3 أمتار في 1872 زيارة. وفي 7 من هذه الحالات، تم تحريك المطرقة لما يصل إلى 10 أمتار نحو جلمود صخري لم يُستخدَم من قبل كسندان. وإضافة إلى ما سبق، وفي أربع حالات فقط، ظهرت أحجار مطارق جديدة قابلة للاستخدام ـ وهو أمر نادر ـ في مواقع السندانات التي تم تفتيشها، كما اختفت مطرقة من الموقع في 17 مرة، وأعيدت في حالتين، مرة بعد شهر، ومرة أخرى بعد خمسة أشهر.

وبوضع هذه المشاهدات الراهنة والسابقة[9] معًا، يبدو مرجحًا أن النقل النادر، وكذلك النقل الأكثر اتساعًا بين مواقع السندانات قد يحدث أيضًا. ويخطط الباحثون لإجراء تسجيلات على مدى زمني أطول، وسوف يكون مثيرًا للاهتمام أن نرى ما ستكشف عنه هذه الدراسات. وبجانب

العناصر الأخرى في هذه الدراسة، مثل سجلات أثر العوامل الجوية على بقايا قشور الجوز، تبدأ هذه المشاهدات في وصف الآثار المادية للأنشطة التقنية للرئيسيات من غير البشر على المشهد الطبيعي landscape في الزمان والمكان، بالإضافة إلى رسم خريطة ـ بشكل غير مباشر ـ لأنماط واسعة النطاق من سلوكيات القرود ذات الصلة بالأدوات.

تُجرى حاليًا دراسات موازية على قرود الشمبانزي[10]، لكن هل تستحق مثل هذه الدراسات أن تُنسب إلى «علم الآثار» كما يروج لها مؤلفوها؟ تقترح تعريفات القاموس لعلم الآثار أن استخدام هذه التسمية هنا غير مستحَق، وبدلًا من ذلك.. تحيل القواميس هذه الدراسات إلى «ماضي البشر» أو «الثقافات الغابرة». والأمر كذلك بالفعل، فعندما نفكر في علماء الآثار، نستحضر أنهم يحفرون عميقًا؛ بحثًا عن بقايا ذات أهمية حاسمة. ومن الصحيح أيضًا أن البقايا التي تَفَحَّصَها ڤيسالبرجي وزملاؤه بعيدة عن أن تكون غابرة، برغم أنه في حالة كسر الجوز بواسطة قرود الشمبانزي، تم التنقيب عن دلائل تاريخ يعود الى 4300 عام[11]. بيد أن هذه المماحكات حول التعريف قد تُعتبر ضربًا من الحذلقة. فقد أثمر مد نطاق التخصصات المتمحورة حول الإنسان ـ نحو الأنواع الأخرى ـ تبصرًا مفيدًا بعدد من مجالات البحث والاستقصاء التي تركز على التطور، وتمثل الثقافة ذاتها أحد هذه المجالات[2].

أحد الأسئلة الجوهرية التي ينبغي لمثل هذه الدراسات أن تتناولها هو ما إذا كانت تقنية القرود الكبوشية هذه تنتقل عن طريق الثقافة، أم من خلال التعلم بالملاحظة. وقد أظهرت تجارب أجريت تحت السيطرة (الضبط والمقارنة) أن تقنيات (أساليب) البحث عن الغذاء التي تُغرس لدى مجموعات مختلفة من القرود الكبوشية الأسيرة تنتشر عبر التعلم الاجتماعي؛ لكي تصبح تقاليد[12]. تصعب محاكاة مثل هذه التجارب في البرية، إلا أن النتائج التي توصل إليها ڤيسالبرجي وزملاؤه توفر تنويعة من الأدلة الظرفية على انتقال التقنية عن طريق الثقافة، الأمر الذي يعتقد المؤلفون أنه مدعوم بالوجود المترابط لمجموعة من المواد الأساسية في مواقع السندانات[13]. وتتكامل هذه النتائج مع التجارب الميدانية[14] التي تظهر بصورة راقية فهمًا متقدمًا لخواص الأدوات المثلى ـ مثل الكتلة والحجم ـ لدى القرود الكبوشية.

إذا صحّ أن البشر والقردة الكبوشية افترقوا عن سلف مشترك منذ حوالي 35 مليون سنة؛ إذن، هل يمكن لدراسة هذه القردة أن تؤثر في فهمنا للتقنية الحجرية التي انتشرت بمعظم فترات تاريخنا التطوري[2،15]؟ أعتقد أن الإجابة: نعم. فنحن نعلم أن قرود المكاك طويلة الذنب تستخدم هي أيضًا المطارق الحجرية، لكي تعالج الأطعمة ذات الأصداف الصلبة ـ مثل المحار والحلزونات البحرية ـ على الشواطئ الصخرية (الشكل 1ب)[16]. وتكتسب الأصداف أنماطًا مختلفة من البِلى والتآكل نتيجة استخدام القردة أدوات مختلفة لهذه الأهداف المتنوعة. وقرود المكاك هي قرود العالم القديم، أي مجموعة أنواع الرئيسيات الموجودة اليوم في أفريقيا وآسيا، في حين تنتمي القرود الكبوشية إلى قرود العالم الجديد، الموجودة حاليًا في أمريكا الوسطى وأمريكا الجنوبية. وترى هذه الدراسات ـ لدى أخذها معًا ـ أن استخدام المطارق الحجرية للوصول إلى الأغذية داخل القشور أو الأغلفة الطبيعية قد يكون أمرًا واسع الانتشار، إلا أنه غالبًا ما كان يمثل قدرة كامنة لدى النسانيس، وكذلك القردة العليا الأخرى، فيأخذ التعبير عنها شكل استجابة لحدوث متزامن لمجموعة صغيرة من الظروف المُساعدة. وتَقارُب مثل هذه السلوكيات لدى مجموعة متنوعة من الرئيسيات يوفر فرصًا للتعرف على العوامل البيئية (الإيكولوجية) والعوامل الأخرى التي تدعم ظهور تقنية حجارة الطرْق. فمثلًا، بدأت تظهر بالفعل نتائج محيرة في دراسات القرود الكبوشية. وتناقض هذه النتائج الفرضية الذائعة التي تقول إن وظيفة استخدام أدوات الطرق هي التغلب على ندرة الغذاء الموسمية[17].

قد يكون للشكل الذي تتخذه تقنية الطرق الحجري عند قرود الشمبانزي ـ وهي النوع الذي يقال إنه يشاركنا أحدث أسلافنا الغابرين ـ دلالة إضافية. فبينما تحتاج القِرَدة الكبوشية عمومًا أن تنتصب على قدمين؛ من أجل أن تستخدم الحجر لكسر الجوز (الشكل 1 أ)، تجلس قرود الشمبانزي عادةً منتصبة الجذع، وقد تستخدم يدًا واحدة للإمساك بالمطرقة، بينما تستخدم الأخرى للتحكم في الهدف (الشكل 1جـ). عبر سلف مشترك، ربما قَدَّمَ هذا التصور تكيفًا مسبقًا للطريقة التي يستخدمها الذين يضربون ويشكلون الأحجار من الجنس البشري الحديث.[18] (الشكل 1 د). ■

أندرو وايتن يعمل بمركز التعلم الاجتماعي والتطور الإدراكي، مدرسة علم النفس والأعصاب، جامعة سانت أندروز، سانت أندروز، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: aw2@st-andrews.ac.uk



A, ELISABETTA VISALBERGHI; B, MICHAEL D. GUMERT; C, PRIMATE RESEARCH INST. OF KYOTO UNIV.; D, DIETRICH STOUT

الشكل 1 | استخدام أدوات الطرق الحجرية عند الرئيسيات. أ، أحد ذكور قردة الكبوشي يزن ما يزيد قليلًا على 4 كيلوجرامات، يستخدم حجرًا يزن 3.5 كيلوجرام؛ لكي يكسر جوزة پياساڤا (piassava) شديدة المقاومة. تزن المطارق الحجرية في العادة ما يقارب كيلوجرامًا واحدًا. **ب،** قرد مكاك طويل الذنب يرفع حجرًا؛ لكي يكسر أحد حلزونات المد والجزر. **جـ،** قرد شمبانزي عادي يكسر الجوز باستخدام مطرقة حجريّة وسندان حجري. **د،** أشخاص يشكلون أدوات حجرية في إيريان جايا، إندونيسيا.

1. McPherron, S. P. *et al. Nature* **466,** 857–860 (2010).
2. Whiten, A., Hinde, R. A., Laland, K. N. & Stringer, C. B. *Phil. Trans. R. Soc. B* **366,** 938–948 (2011).
3. Fragaszy, D., Izar, P., Visalberghi, E., Ottoni, E. B. & de Oliviera, M. G. *Am. J. Primatol.* **64,** 359–366 (2004).
4. Visalberghi, E., Haslam, M., Spagnoletti, N. & Fragaszy, D. *J. Archaeol. Sci.* **40,** 3222–3232 (2013).
5. www.ethocebus.net
6. McGrew, W. C. & Foley, R. A. *J. Hum. Evol.* **57,** 335–336 (2009).
7. Haslam, M. *et al. Nature* **460,** 339–344 (2009).
8. Wynn, T., Hernandez-Aguilar, R. A., Marchant, L. F. & McGrew, W. C. *Evol. Anthropol.* **20,** 181–197 (2011).
9. Visalberghi, E. *et al. Primates* **50,** 95–104 (2009).
10. Carvalho, S., Biro, D., McGrew, W. C. & Matsuzawa, T. *Anim. Cogn.* **12** (Suppl.), 103–114 (2009).
11. Mercader, J. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **104,** 3043–3048 (2007).
12. Dindo, M., Thierry, B. & Whiten, A. *Proc. R. Soc. Lond. B* **275,** 187–193 (2008).
13. Fragaszy, D. *et al. Phil. Trans R. Soc. B* (in the press).
14. Visalberghi, E. *et al. Curr. Biol.* **19,** 213–217 (2009).
15. Goren-Inbar, N., Sharon, G., Melamed, Y. & Kislev, M. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **99,** 2455–2460 (2002).
16. Gumert, M. D., Kluck, M. & Malaivijitnond, S. *Am. J. Primatol.* **71,** 594–608 (2009).
17. Spagnoletti, N. *et al. Anim. Behav.* **83,** 1285–1294 (2012).
18. Whiten, A., Schick, K. & Toth, N. *J. Hum. Evol.* **57,** 420–435 (2009).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

سلوك الحيوان

غــذاء المــخ

أي شخص يستذكر؛ استعدادًا لدخول امتحان يعلم أن التَّعَلُّم والذاكرة يُكلِّفان طاقة. وإذا كانت الطاقة محدودة، قد يحدث ضعف أو مقايضة للوظائف الإدراكية. وكان جومان وزملاؤه قد نشروا في دوريّة «بيولوجي لترز» أنهم استخدموا نحل العسل من فصيلة *Apis mellifera* لتقدير ما إذا كانت التغيرات في تخصيص الموارد على مستوى المجموعة قد تخفف من هذه التأثيرات لدى الحيوانات التي تعيش في تجمعات، أم لا. (S. Jaumann, R. Scudelari & D. Naug *Biol. Lett.* http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2013.0149; 2013).

وجد الباحثون أن التَّعَلُّم يفرض كُلفة من الطاقة على نحلات العسل بالمُستعمرة، وأن التَّعَلُّم والاحتفاظ بحصيلته يتدهوران أثناء المجاعات وشح الغذاء، أو عقب تحديات مناعيّة.. تمامًا كما لدى حيوانات تعيش فرادى.

وهناك نزوع نحو انهيار مستعمرات النحل، ناجم عن اختفاء النحل بمختلف أنحاء العالم؛ مما يثير قلق العلماء. ويرى المؤلفون أن الأمراض، أو التعرض للمبيدات الحشرية أو تغيرات في بيئة المستعمرات قد تفرض إجهادات من الطاقة، لا سيما على أفراد النحل الجامع للغذاء، وهذا قد يضعف قدرته على أنْ يجد طريقه إلى مستعمراته.

ماريان تيرنر



VISUALS UNLIMITED/NATUREPL.COM RESEARCH

الملاريا

استشعار موعد التزاوج

تتقلّب طُفيليات الملاريا بين المراحل التطوُّرية؛ لتسهيل انتقالها إلى ناقلاتها من البعوض. ويبدو أنَّ هذا التقلب يُبتَدأ باتصال بين طفيلي وآخر من خلال حويصلات مقيدة إلى الغشاء.

لين تِلي، ومالكولم مَكّونفيل

المعلوم أن الاتصال بين الخلايا حاسمٌ لتطوّر الكائن الحيّ المُعقّد، متعدّد الخلايا. وتستطيع الكائنات الحيّة وحيدة الخلية ـ بما فيها البكتيريا ـ الاتصال ببعضها أيضًا بإفراز جُزيئات صغيرة تحسها مثيلاتها من الكائنات، كما تحسها كائنات حيَّة أخرى بقربها. تمكِّن هذه الإشارات الميكروبات من استشعار ظروف المغذيات أو إجهادات البيئة، والمبادرة باستجابات نموّ تأقلميّة؛ للمحافظة على أمثل بقاء لهذه التّجمّعات من الكائنات[1]. وتفيد دراسة ريجيف–رُدزكي وزملائه[2] بدورية «الخلية»، ودراسة مانتِل وزملائه[3] بدوريّة «الميكروب مضيف الخلية» التعرف على شكل غير متوقّع من الاتصال الخلوي، تنخرط فيه حويصلات مجهريّة خارج الخلية في طفيلي ملاريا البشر القاتلة «بلازموديوم فالسيباروم» *Plasmodium falciparum*.

تتقلب الأحياء المجهرية الطفيلية غالبًا بين مراحل تطورية مختلفة في جسم عائلها البشري أو الحيواني. تمكنها هذه السمة من غزو مختلف الخلايا العائلة وتحسين فرص انتقالها بوساطة عائل أو ناقِل؛ في بعض الحالات، ظهر أن التقلب تم بوساطة عوامل يفرزها الطفيلي[4]. في حالة «بلازموديوم فالسيباروم»، فإن نسبة صغيرة من الطفيليات بمرحلة الانقسام غير التزاوجي السريع ـ التي تتكاثر في خلايا الدم الحمراء بجسم العائل البشري ـ تتمايز إلى مرحلة مشيجية تزاوجية مطلوبة للانتقال عبر ناقل بعوضة الأنوفيليس. ويمكن استحثاث هذا التّقلّب بإجهادات مرتبطة بفرط الازدحام، أو استجابة جسم العائل المناعية، أو التعرّض للأدوية. وبرغم وجود دليل[5] على إمكان إطلاق تمايُز الخلايا المشيجية بواسطة عوامل يتم إفرازها أو إطلاقها من الطفيلي، إلّا أنّه لم يتم تعريفها.

وتقدم الدراستان الجديدتان آلية ممكنة لكيفية توليد طفيليات المرحلة غير التزاوجية إشارات خارج الخلية. وباستخدام المناهج التّكميليّة، تظهر الدراستان أنَّ حُويصلات صغيرة يتم إطلاقها من الغشاء الخلوي لخلايا الدم الحمراء ـ المستزرعة والمصابة بعدوى بلازموديوم فالسيباروم ـ يمكنها توسط نقل الحمض النووي (تحديدًا، البلازميدات التي تُشفّر وسطاء مقاومة العقاقير أو البروتينات الفلورية) من خلية دم حمراء مصابة لخلية أخرى. يتراوح طول قطر حُويصلات خارج الخلية بين 70 و250 نانومترًا[2,3] وتحتوي بروتينات مُشتقة من خلية الدّم الحمراء ومن الطُّفيلي[3]. يطلق عليها المؤلفون «حويصلات شبيهة الإكسوسوم» ELVs[2]، قياسًا على الحويصلات الصغيرة التي تتولد في نظام الإندوليسوسوم بخلايا الثدييات، وتُسكب خارج الخليّة، أو على الحويصلات الدقيقة (المجهرية) المُشتقة من خلايا الدم الحمراء[3]. وسيتم فيما يلي استخدام مصطلح «الحويصلات شبيهة الإكسوسوم».

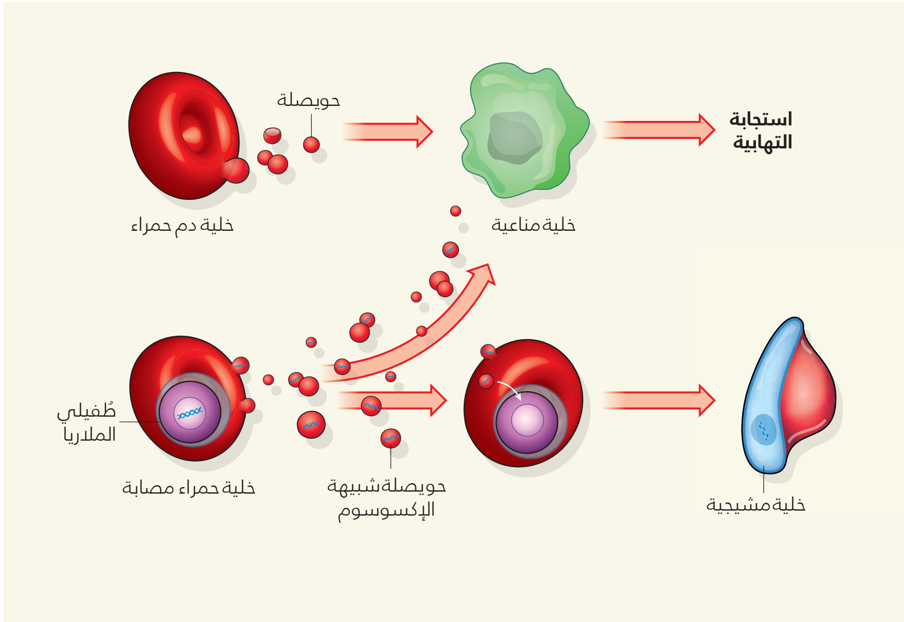
وكانت جسيمات مجهرية منتشرة ـ تعود إلى خلايا الدم الحمراء ـ قد وُجِدت سابقًا لدى مرضى الملاريا[6]، ولدى فئران مصابة بعدوى طفيلي ملاريا القوارض «بلازموديوم بيرجي» *Plasmodium berghei*[7]. واتّضح أنّ لهذه الجُسيمات نشاط قوي محفّز للالتهابات لدى الفئران. كذلك، يبدو أنّ «الحويصلات شبيهة الإكسوسوم» التي وصّفتها الدراستان الحاليّتان منخرطة في الاستجابة الالتهابية. ويتمّ تناولها بواسطة خلايا أخرى بجسم العائل، من ضمنها الخلايا البلعمية، وخلايا العدلات؛ مما يؤدي إلى تنشيط الخلية، وإنتاج جُزيئات التأشير الخلوي المعروفة بالسيتوكينات (الشكل 1). وهذا قد يفيد الطفيلي بزيادة تعبير المُستقبِلات على الخلايا البطانيّة (الظهارية) التي تلتصق بها خلايا الدم الحمراء، وبالتالي تجنب تصفية الطفيلي من طحال العائل[8]. وقد يؤدي ذلك إلى حدوث التهاب غير مُقنن، ومضاعفات خطرة، كملاريا الدماغ[9].

وبشكل لافت، وجد الفريقان الباحثان أن خلايا دم حمراء أخرى مصابة بالعدوى تستبطن «حويصلات شبيهة الإكسوسوم»، مما يؤدي إلى تمايُز الطفيليات ـ بالخلايا المستقبِلة ـ إلى خلايا مشيجية (الشكل 1). وبالتالي، قد يُشكّل تراكم «الحويصلات شبيهة الإكسوسوم» في مصل المُصابين بالعدوى إشارة بدء تكوين وتنظيم مراحل انتقال الطفيليات؛ لتعظيم عبورها إلى البعوض الناقل. ويبدو أن تكوين «الحويصلات شبيهة الإكسوسوم» يتعزز بالعلاج بالعقاقير[2]، ولذا.. قد تشكل هذه العمليّة إشارة خطرة لتحرك الطفيلي نحو حالة مقاومة.

تقدم البيانات الراهنة دليلاً مقنعًا على اتصال طفيلي بآخر في الخلايا المستزرعة بالمختبر، لكن يبقى تحديد إنْ كانت «الحويصلات شبيهة الإكسوسوم» تتواسط ذلك الاتصال لدى انخفاض كثافة الطفيليات في الجسم الحي، أم لا. هناك احتمال محيّر هو أنّ حجز خلايا الدم الحمراء ـ المصابة بعدوى طفيلي بلازموديوم فالسيباروم ـ بواسطة «الحويصلات شبيهة الإكسوسوم» على جدران الأوعية الدمويّة قد يؤدي إلى ارتفاع كثافة الطفيليات محليًّا، ويساعد التواصل بواسطة الحويصلات.

ورغم أن آلية تكوين «الحويصلات شبيهة الإكسوسوم» ما زالت مجهولة، لكن المعلوم جيدًا أنّ خلايا الدم الحمراء غير المصابة بالعدوى تطرح عادة حويصلات غشائية، وإنْ

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الشكل 1 | إطلاق حويصلات من خلايا الدم الحمراء. تُطلق خلية الدم الحمراء ـ غير المصابة بالعدوى ـ حويصلات مشتقة من غشاء الخلية، تحتوي على مكوّنات خلوية تالفة. تتناول الخلايا المناعية هذه الحويصلات، وتهضم الحطام الخلوي، ثم تتخلص منه. أظهر ريجيف-رُدزكي وزملاؤه[2]، ومانتِل وزملاؤه[3] أنّ خلايا الدم الحمراء المصابة بطُفيليات الملاريا تطرح حُويصلات أكثر، وأنّ بإمكان هذه «الحويصلات الشبيهة بالإكسوسوم» ELVs أن تتواسط عملية نقل حمض نووي وبروتينات مُشتقة من الطفيلي إلى خلايا الدم الحمراء الأخرى المصابة بالعدوى. يقدِّم هذا شكلاً لاتصال طفيلي بآخر، ويمكنه ـ من بين وظائف أخرى ـ حث الطفيليات الموجودة في الخلايا المُستقبِلة لتتمايز من شّكل غير تزاوجي إلى شكل تزاوجي (الخلية المشيجية). كما يسهم إطلاق الحُويصلات في أعراض العدوى بالملاريا بتفعيل الاستجابات الالتهابية من خلايا كالبلعميّات.

كان بمستوى أقل من خلايا الدم الحمراء المصابة بعدوى بلازموديوم فالسيباروم. ويُعتقد أنّ طرح الحويصلات ـ بواسطة خلايا الدم الحمراء غير المصابة ـ آلية لإزالة البروتينات أو مُكونات الغشاء التالفة[6،10] (الشكل 1). وهناك ما يغري بتخمين أنَّ طفيلي الملاريا قد استغل هذه العملية لتمكين الاتصال بين خلية وأخرى. وترى دراسات وراثية أجراها ريجيف-رُدزكي وزملاؤه أنَّ تكوين «الحويصلات شبيهة الإكسوسوم» يعتمد على بروتين الطفيلي PfPTP2 المرتبط بحويصلات في سيتوبلازم خلايا الدم الحمراء. تتبرعم (تنشأ) هذه الحُويصلات من أكياس غشاء، تسمى «شقوق مورر» Maurer's clefts (بخلايا الدم الحمراء المصابة بالعدوى) التي تنظّم انتقال بروتينات الطفيلي لغشاء خلايا الدم الحمراء. قد يكون بروتين PfPTP2 منخرطًا مباشرة في تبرعم «الحويصلات شبيهة الإكسوسوم»، أو منخرطًا ـ بدلاً من ذلك ـ في تنظيم تعبئة جزيئات الطفيلي في براعم الغشاء. قد تحدد الدراسات المستقبلية إن كانت الطفيليات التي تفتقد بروتين PfPTP2 ناقصة في تشكيل الخلايا المشيجية، أو إنْ كانت دهون الطفيلي الأخرى، أو سلاسله النيكليوتيدية القصيرة أو بروتيناته ـ ومن ضمنها تلك المتضمنة سابقًا في تكوين الخلايا المشيجية[11،12] ـ مطلوبة لهذه العملية.

تبقى أسئلة رئيسة، تشمل: كيف تُنقل الجزيئات الحيوية الضخمة مثل بلازميدات الحمض النووي من نُواة أو سيتوبلازم الطفيلي إلى «الحويصلات شبيهة الإكسوسوم»، ثم تُوجَّه نحو نواة الطفيلي المستقبِل؟ هذه العملية ستتطلب رحلة مضنية عبر عدة أغشية وحجرات ـ من ضمنها أغشية وحجرات خلايا الدم الحمراء ـ تفتقد آلة انتقال خاصة. فمن المتصوّر أن حمولة الحمض النووي عُبئت بدايةً في حويصلات مزدوجة الغشاء، في عملية مماثلة لتكوين الإكسوسومات في خلايا الحيوان. عندها قد تنقل الحويصلات محتوياتها إلى سيتوبلازم خلايا الدم الحمراء العائلة. وما يثير الاهتمام أنّ تحليل توقيت تَشَكُّل «الحويصلات شبيهة الإكسوسوم» في الدراستين، رجّحت إمكانية توليد طبقات مختلفة من الحويصلات في المرحلة الحلَقية المبكرة للطفيلي، وفي المرحلة الانقسامية المتأخرة، التي قد تنخرط فيها مسارات نشوء حيوية (بيوجينيّة) مختلفة.

تلقي هاتان الدراستان ضوءًا على الأهمية الكامنة للحويصلات شبيهة الإكسوسوم في التنظيم المناعي وفي إشارات الاتصال بين طفيلي ملاريا وآخر، وتراها حاسمة أثناء فترة العدوى الحادة، ولانتقال الطفيلي بشكل فعال، لكن يمكن التفكير في وظائف أخرى لهذه الحويصلات، فمثلًا، قد يزيل تَحَوْصُل الغشاء البروتينات والدهون المؤكسدة أو التالفة؛ مما يساعد بالتالي في المحافظة على تكامل خلايا الدم الحمراء المصابة لفترة كافية تتيح للطفيلي إكمال دورة تكاثره غير التزاوجي. قد تكون لهذه النتائج تطبيقات تقنية أيضًا، بتقديم أساليب جديدة لتوليد طفيليات مُعدَّلة وراثيًّا وإنتاج خلايا مشيجية. والأهمّ أن تكوين «الحويصلات شبيهة الإكسوسوم» يمثل هدفًا جديدًا محتملًا للعقاقير المضادة للملاريا. فاستهداف هذا المسار بنجاح قد يسهم في خفض حدة العدوى، وتعطيل انتقال الطفيلي. وترى الدراسات الميدانية والنماذج الرياضية أن تثبيط الانتقال حاسم لإنجاز اجتثاث الملاريا، وقد تُعزّز نتائج هذه الدّراسات هذا الهدف بعيد الأمد. ■

لين تِلّي، ومالكولم مَكّونفيل يعملان بقسم الكيمياء الحيوية والبيولوجيا الجزيئية بـ«معهد بيو21 للعلوم الجزيئية والتكنولوجيا الحيوية»، باركفيل، فيكتوريا، أستراليا. كما تعمل لين تِلّي أيضًا بـ«مركز ARC المتميُّز لعلوم الأشعة السينية المترابطة»، جامعة ملبورن، باركفيل.
البريد الإلكتروني: ltilley@unimelb.edu.au;
malcolmm@unimelb.edu.au

1. Swift, S. *et al. Adv. Microb. Physiol.* **45,** 199–270 (2001).
2. Regev-Rudzki, N. *et al. Cell* **153,** 1120–1133 (2013).
3. Mantel, P. Y. *et al. Cell Host Microbe* **13,** 521–534 (2013).
4. MacGregor, P., Szöör, B., Savill, N. J. & Matthews, K. R. *Nature Rev. Microbiol.* **10,** 431–438 (2012).
5. Dyer, M. & Day, K. P. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **68,** 403–409 (2003).
6. Nantakomol, D. *et al. J. Infect. Dis.* **203,** 700–706 (2011).
7. Couper, K. N. *et al. PLoS Pathog.* **6,** e1000744 (2010).
8. Fairhurst, R. M., Bess, C. D. & Krause, M. A. *Microbes Infect.* **14,** 851–862 (2012).
9. Turner, G. D. *et al. Am. J. Pathol.* **145,** 1057–1069 (1994).
10. Bosman, G. J., Lasonder, E., Groenen-Dopp, Y. A., Willekens, F. L. & Werre, J. M. *J. Proteomics* **76,** 203–210 (2012).
11. Day, K. P. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **90,** 8292–8296 (1993).
12. Gardiner, D. L. *et al. Mol. Biochem. Parasitol.* **140,** 153–160 (2005).

الضوئيات

ليزر مايكرومتري من السيليكون

تم توليد ليزر بحجم المايكرومتر من مادة السيليكون الأكثر انتشارًا في صناعة الإلكترونيات. يعمل جهاز الليزر الجديد بقدرة في مستوى المايكروواط، وقد يفتح الطريق أمام دارات ضوئية متكاملة مدمجة.

رويل باتس

منذ أن وصف الفيزيائي كريستيان دوبلر في 1842 «تأثير دوبلر»، أصبح معلومًا أن الضوء الذي يستطير (ينتشر) من جسم متحرّك يتعرض لتغير في التردد. ولاحقًا، اكتشف باحثون، ومنهم ڤينكاتا رامان، أثر الاهتزازات الميكانيكية في المادة على انتشار الضوء، لكن التفاعل بين المادة والضوء قد يسير بطريقة عكسية: الضوء قد يضع قوى على الجسيمات ويجعلها في حالة حركة. والآن يتم الجمع بين هذه المفاهيم ببراعة فيما قد يكون أصغر ليزر تمت صناعته من السيليكون. وكان تاكاهاشي وزملاؤه[1] قد نشروا مؤخرًا تقريرًا بدَوْرِيّة «نيتشر» حول ليزر رامان مايكرومتري الحجم من السيليكون، يعمل بقدرة في مستويات المايكروواط.

في الجوهر، يصف الباحثون ليزرًا ـ متناهي الصغر ـ على شريحة سيليكون معمولة باستخدام تقنيات الصناعة الإلكترونية المعروفة. يُضَخ الليزر بواسطة ليزر آخر ـ له تجويف أو فجوة، عرضها أقل من 10 مايكرومترات ـ بداخلها يَسْرِي الضوء المُولَّد، ويتم تكبيره. تقع قدرة المضخة في نطاق المايكرووات، ويستطيع الليزر إنتاج موجات إشعاع مستمرة. وكما الحال في أي ليزر، فالتذبذب الضوئي مصدره مزيج من التكبير البصري (الضوئي)، والتغذية الراجعة إلى الفجوة. في معظم الليزرات، يعود التكبير الضوئي إلى الانبعاث المُحفَّز عبر مستويات الطاقة الإلكترونية لمادة حشو الفجوة. فإذا كانت المادة سيليكون بلّوري، فلن يكون هذا النهج مناسبًا، نظرًا إلى أن بنية شريط طاقة الإلكترونات ـ في الشبكة البلورية ـ غير مباشرة. وهو ما يعني أن الدوال الموجية لإلكترون المادة المتفاعل لها زخم مختلف؛ مما يجعل انبعاث وتكبير الضوء غير كفء بدرجة عالية.

والتكبير الضوئي في ليزر السيليكون لدى تاكاهاشي وزملائه ناتج عن عملية مختلفة. فالذرات المترابطة تساهميًّا في بلورة سيليكون تشكل ما يشبه منظومة كتلة نابضة تتصرف كأنها متذبذب توافقي. هذه المنظومة لديها تردد (رنين) ميكانيكي طبيعي يساوي حوالي 15.6 تيراهيرتز. عند درجة حرارة الغُرفة، تكون الطاقة الحرارية في الشبكة البلورية مُجمّعة عند هذا التردد. وحين يضرب شعاع مضخة ليزر ـ بتردد معين يساوي ν ـ ذرات السيليكون المهتزة، يستطير جزءٌ صغير من الشعاع إلى ترددَين جديدَين: ν±15.6 THz، وهو تأثير يُسمَّى «استطارة رامان»، وهو يشبه تأثير دوبلر.

في دراستهم، استخدم تاكاهاشي وزملاؤه شعاعًا بتردد 210 تيراهيرتزات، وهو ما يوافق طولا موجيًا يبلغ 1428 نانومترًا. التردد ν ـ البالغ 15.6 تيراهرتز ـ المكافئ لطول موجي يبلغ 1543 نانومترًا، وهو طول موجي مهم في عالم اتصالات الألياف البصرية، يعتبر مهيمنًا على التردد الأعلى لأسباب ميكانيكية كمّية، ويُسمى بتردد رامان–ستوكس. ووجود تردد المضخة مع تردد ستوكس يؤدي إلى كثافة المجال الكهربي لشعاع الضوء المدمج النابض عند تردد 15.6 تيراهرتز. هذا النبض بدوره يبذل قوة بشكل دوري على ذرات السيليكون، ويدفعها إلى تذبذب أكثر كثافة، وهو ما يؤدي إلى استطارة أكثر كفاءة لشعاع المضخة إلى شعاع ستوكس. هذه الآلية ذات الاتجاهين تتضمن تكبيرًا ضوئيًّا لشعاع ستوكس، يغذيه شعاع المضخة، وهو ما يُعرف أيضًا باستطارة رامان المُحفَّزة. ولذلك.. يُسمى هذا النوع من الليزر «ليزر رامان»، (انظر الشكل 1).

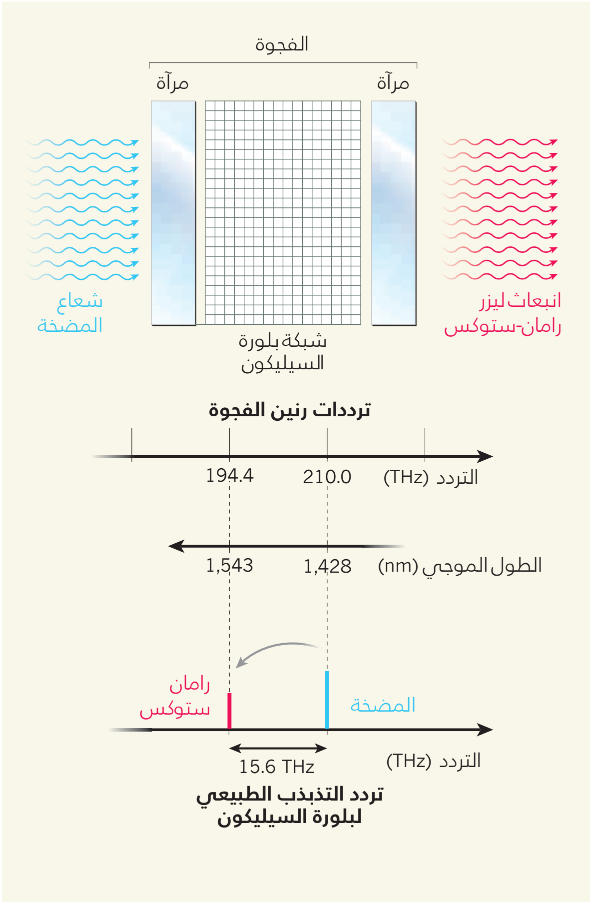
لم يكن هؤلاء المؤلفون أول من وصف إنتاج «ليزر رامان» من السيليكون. ففي عام 2004، أظهر باحثون آخرون[2] ليزر رامان من السيليكون منتجًا إشعاعًا نابضًا، وبعدها بفترة وجيزة، أعلنت "إنتل" عن نسخة ذات إشعاع مستمر من هذا الليزر[3]. ورغم الحماس الذي صاحب ليزرات السيليكون الأولى، إلا أن أهميته التطبيقية ظلت محدودة. فالأجهزة كانت كبيرة (حجمها في نطاق السنتيمترات)، مقارنةً بليزر موضوع على شريحة، كما أن قدرة المضخة المطلوبة كانت عالية (عدة عشرات من الملّي واط).

لقد غيّر فريق تاكاهاشي اللعبة الآن باستخدام فجوة ليزر بلورية ضوئية. والبلورة الضوئية ليست إلا ترتيبًا معيّنًا لثقوب الهواء (بقطر يبلغ حوالي 100 نانومتر)، تمامًا كالجبن السويسري المنتظم، داخل مادة بمؤشر انكساري عالٍ، وهو سيليكون في هذه الحالة. وكل ثقب هو مستطير قوي جدًّا للضوء. وبضبط موضع وحجم كل ثقب، وعمل ذلك بدقة على مستوى النانومتر؛ يكون بالإمكان هندسة الاستطارة الكلية على نحو يحتفظ بموجات الضوء محبوسةً داخل فجوة، ويخفض طرق هروبه بأدنى درجة مذهلة، على الأقل لمجموعة منفصلة من الترددات الضوئية التي تُحدِث رنينًا داخل الفجوة.

والفجوات الضوئية البلورية في السيليكون ليست أمرًا جديدًا، وتم عرضها بواسطة مجموعات عديدة في أبحاث سابقة، ليس آخرها تاكاهاشي وزملاؤه[4]، لكن التحدي لتصميم ليزر رامان مايكرومتري من السيليكون كان مضاعفًا حرفيًا: فترددات الرنين الضوئية الخاصة بالفجوة تحتاج أن تتطابق بدقة مع ترددَيْ شعاع المضخة وشعاع رامان–ستوكس (الشكل 1). وقد تطلب ذلك تصميمًا بارعًا للفجوة، يأخذ في الحسبان الطبيعة المتجّهة الكاملة لمجالات الفجوة الكهرومغنطيسية، وكذلك التفاصيل الفيزيائية لتفاعل هذه المجالات خلال استطارة رامان، ليكون الجهاز ناجحًا.

هل يمكن لهذا الليزر الجديد أن يكون مفيدًا تطبيقيًّا بخلاف أسلافه الأكبر منه حجمًا، والأكثر جوعًا للطاقة؟ من حيث حجمه واستهلاكه للطاقة وكفاءته في تحويل القدرة، فالإجابة قد تكون: نعم. والعائق الرئيس لاستخدام ليزر رامان كمصدر ضوء في الترابطات الضوئية بالأنظمة الإلكترونية هو أنه جهاز مضخوخ بصريًّا.. فليزر شبه الموصّل العادي، المستخدَم في الاتصالات اللاسلكية واتصالات البيانات، مزوَّد بالقدرة الكهربية، ويتم تعديله كهربيًّا. أما ليزر رامان، فأساسه استطارة فوتونات عالية الطاقة إلى فوتونات منخفضة الطاقة، ولذلك يمكن تشغيله بالقدرة الضوئية فقط.

سيحتاج إدخال التشغيل بالقدرة الضوئية إلى الأنظمة الإلكترونية لإعادة هندسة كبرى، لكنها ليست مستحيلة. والسؤال المحوري يتركز فيما إذا كان ممكنًا أن نقوم بذلك بفقدان منخفض في الطاقة، وبتكاليف منخفضة مناسبة، أم لا. ورغم ذلك، ينبغي أن يكون تعديل الليزر في أي حالة بالإشارات الكهربية، وذلك ـ ببساطة ـ لأن الإشارات مصدرها الدوائر الإلكترونية. ويمكن تحقيق ذلك عبر وجود آلية فقدان محكومة كهربيًّا داخل المايكروليزر، كما ظهر من قبل[5] لدى ليزرات رامان السيليكونيّة سنتيمتريّة الحجم. وأوضح طريقة للقيام بذلك هي بناء الجهاز الإلكتروني المعروف بصمام ثنائي موجب–سالب *p-n* diode داخل فجوة السيليكون، وإدخال حاملات الشحنة إلى الثنائي، وهو ما يؤدي إلى امتصاص الضوء. وهكذا، يمكن تشغيل وتعطيل الليزر. وبذلك.. تصبح الخطوة القادمة عمل ليزر رامان في السيليكون من بلورة ضوئية مضخوخة بصريًّا، وتعديلها بمعدلات جيجابت في الثانية، وذلك ما نحتاجه في اتصالات البيانات حاليًّا، بتعديل التيار الكهربي عبر الجهاز. ■



الشكل 1 | ليزر رامان. مكونات فريق تاكاهاشي الأساسية لليزر رامان السيليكوني مايكرومتري الحجم موضّحة أعلاه كرسم بياني (اللوحة العليا). فجوة دقيقة ضوئية، تم تبسيطها هنا لفجوة بمرآتين—بدلا من فجوة البلورة الضوئية التي استخدمها المؤلفون— تحتوي على سيليكون بلّوري. هذا الجهاز يتم ضخّه بشعاع ليزر خارجي يطابق تردده أحد ترددات الرنين الخاصة بالفجوة (اللوحة السُفلى). ضوء المضَخة يثير بلورة السليكون إلى ترددها التذبذي الطبيعي— وهو 15.6 تيراهرتز. يـُسبِّب هذا استطارة فوتونات المضخة إلى تردد ضوئي أقل، يُسمّى تردد رامان–ستوكس، وهو ما يجعله يتراكم من حيث السعة. إذا تم تصميم الفجوة بحيث يكون تردد رامان–ستوكس مطابقًا لأحد ترددات الرنين الخاصة بها، يَنشأ تذبذب ليزر بتردد رامان–ستوكس.

رويل باتس يعمل بمجموعة أبحاث الضوئيات بقسم تكنولوجيا المعلومات بجامعة جنت–IMEC، جنت، بلجيكا.
البريد الإلكتروني: roel.baets@intec.ugent.be

1. Takahashi, Y. *et al. Nature* **498,** 470–474 (2013).
2. Boyraz, O. & Jalali, B. *Opt. Express* **12,** 5269–5273 (2004).
3. Rong, H. *et al. Nature* **433,** 725–728 (2005).
4. Takahashi, Y. *et al. Opt. Express* **17,** 18093–18102 (2009).
5. Boyraz, O. & Jalali, B. *Opt. Express* **13,** 796–800 (2005).

الإشارات الخلوية

فقدان الإحساس بالمُغَذِّيات في السرطان

تستطيع الخلايا الإحساس بالتقلُّبات في توفر المُغَذِّيات والاستجابة لها. ويبدو أن الطفرات ـ التي تعطِّل خطوط اتصال المغذيات مع آلة النموّ الخلويّ ـ تسهم في النمو المنفلت للخلايا السرطانية.

سوتشيترا مينون، وبرندان د. مانينج

المعلوم أن مختلف الإشارات، بما فيها تلك الناشئة عن المُغَذِّيات ـ كالكربوهيدرات، والأحماض الأمينية ـ تنسق بإحكام عمليات نمو الخَلِيَّة. ويمكن أن تتبدل هذه الإشارات في حالات مرضيَّة، كالبدانة والسرطان. وقد شخّص بار–بيليد وزملاؤه[1] ـ في تقريرهم المنشور مؤخرًا بدوريّة «ساينس» ـ مُرَكبًا بروتينيًّا ـ يُسمّى «جيتور» GATOR ـ له دور حاسم في الارتباط بين إحساس الخلية بالمغذيات والسيطرة على نموّ الخَلِيَّة. ووجدوا هذا المُركب معطلاً في بعض أنواع السرطان، مما يوحي بوجود آليّة، تقطع بها خلايا السرطان عملية نموّها عن إشارات السيطرة على النموّ الطبيعي.

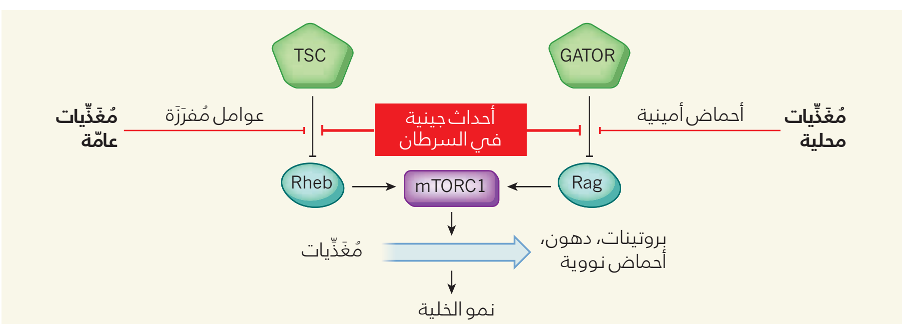
تراقِب الخلايا مستوى المغذيات عبر خطوط الاتصال المحلية والعامة (الأجهزة الحيوية). وتعكس إشارات الأجهزة حالة المُغَذِّيات في الكائن الحيّ بأكمله، وتأتي في شكل عوامِل تُفرَز ـ كهُرمون الإنسولين ـ الذي يمكنه الانتقال إلى جميع أجزاء الجسم، بينما تأتي الإشارات المحليَّة من مغذيات بداخل الخَلِيَّة، لأن الخلايا ترصد عن كثب مستويات محتواها من الجلوكوز والأحماض الأمينية، إضافةً إلى المُغَذِّيات الأُخرى، أو منتجاتها الأيْضية.

أحد مُكونات نظام اكتشاف المُغَذِّيات الخلويَّة هو المُرَكَّب البروتيني mTORC1، الذي يحس بالإشارات المحلية والعامة للمواد المُغَذِّية. وتحت ظروف غنيَّة بالمُغَذِّيات، يتم تنشيط بروتين mTORC1؛ لتعزيز تحويل المغذيات إلى لَبِنَات بناء خلوية.. بروتينات، ودهون، وأحماض نووية[2,3]. أمّا لدى نقص المُغَذِّيات، فيتم تعطيل هذا المُرَكَّب البروتيني؛ مما يتيح للخلايا المفردة ـ وللكائن الحيّ بأكمله ـ الاقتصاد في استخدام مواد التغذية بواسطة وقْف نموّ الخليَّة.

لقد تم إحراز تقدم كبير في فهمنا لكيفية إحساس مركب mTORC1 بإشارات النُموّ (الشكل 1). يستجيب هذا المُرَكَّب لإشارات المغذيات العامة (بالأجهزة الحيوية) من خلال مسار كيميائي حيوي، ينشأ ـ عند سطح الخَليَّة ـ بعوامل تم إفرازها. ويتواصل المسار بدائرة تنظيمية تتضمن مركب بروتين TSC وبروتينه المُستهدَف Rheb — وهو منشط أساسي لمركب mTORC1 (المرجعان 2، 3). وفي غياب إفراز عوامِل النمو، يقوم مركب TSC بتثبيط قدرة بروتين Rheb على تحفيز نشاط مركب mTORC1. أمّا بالنسبة إلى المُغَذِّيات المحلية، فتشعر الخلايا بمستويات الأحماض الأمينية داخلها عبر مجموعة ثانية من مُنَشِّطات مركب mTORC1 الأساسية وتُسمّى بروتينات Rag[2,3]. وتُعَد إشارات بروتينات Rheb وRag أساسيَّة، مما يوفر آليَّة يتمكن بها مركب mTORC1 من دمج إشارات المغذيات العامة والمحلية. وهكذا يتم تنشيط مركب mTORC1، ويعزز بالتالي نموّ الخَليَّة، لكن تحت ظروف مواتية للخلية والكائن الحي بأكمله.

يُعَرِّف بار–بيليد وزملاؤه المركب البروتيني «جيتور» بأنه مُنَظِّم حاسِم لبروتينات Rag. وأظهروا أن مُرَكَّب «جيتور» مطلوب لتثبيط mTORC1، كاستجابة لنقص الأحماض الأمينية في الخَليَّة، وهي آليَّة محفوظة تطوريًّا لاستشعار الأحماض الأمينية، وموجودة أيضًا في خلايا الخميرة والذباب[1,4,5]. وكما أن المركب البروتيني TSC يثبط بروتين Rheb، يبدو أن بروتين «جيتور» يثبط قدرة بروتينات Rag على تنشيط مركب mTORC1 تحت ظروف الحرمان من المُغَذّيَّات (الشكل 1).

ونظرًا إلى أن مركب mTORC1 محفز رئيس لنموّ الخلية، فليس مُفاجئًا أن ينشط بشكل غير طبيعي في مُعظم حالات السرطان البشري، ولدى كل سُلالات الخلايا[6]. تؤدي بعض التغيرات الجينية ـ الأكثر تكرارًا في السرطان ـ إلى تنشيط مستمر لهذا المُرَكَّب، على الأقل جزئيًّا بواسطة التنشيط الدائم لمسارات تُثبط مركب TSC. وإضافة إلى ذلك.. تتعرض بعض مكونات مركب TSC لطفرات في بعض السرطانات ومتلازمات شبه سرطانية، كمُعقّد التصلُّب الدرني، والورم العضلي في الأوعية اللمفاوية والدموية، اللذين يحركهما نشاط mTORC1 المنفلت. وبواسطة عوامل النمو، تقطع هذه التغيرات الجينيّة إشارات mTORC1 عن مجال السيطرة العامة (للأجهزة الحيوية)



الشكل 1 | استشعار المُغَذِّيات، ومركّب mTORC1. يحس مرَكّب mTORC1 البروتيني بمستويات المغذيات العامّة والمحلية من خلال دائرتين تنظيميتين متوازيتين تسيطران على بروتينات Rheb وRag. وتقوم عوامل أفرِزت ـ كالإنسولين ـ بترحيل حالة المغذيات العامة إلى الخلايا، بحيث تُنشِئ مسارات لتخفيف تثبيط بروتينات Rheb من خلال المركب البروتيني TSC. يورد بار–بيليد وزملاؤه[1] أن مرَكّب «جيتور» يثبط بروتينات Rag لإطلاق إشارة نقص محلي في الأحماض الأمينية داخل الخلايا. وفي وجود المُغَذِّيات، تعمل بروتينات Rheb وRag معًا؛ لاستحثاث تنشيط mTORC1، مما يؤدي إلى تحويل المغذيات إلى بروتينات ودهون وأحماض نووية، أي جزيئات ضخمة مطلوبة للنموّ الخلويّ. وفي خلايا السرطان، يمكن أن تعطل تغيرات جينية هاتين الدائرتين التنظيميتين، وتنشط mTORC1 بشكل مستقل عن توافر المُغَذِّيات.

على المُغَذِّيات. وفقدان التنظيم بواسطة مركب TSC يُسهِل النُموّ الذاتي لخلايا الأورام، مما يجعله مُستقِلًّا بشكلٍ كبير عن الحالة الإجمالية لمغذيات الكائن الحيّ.

وتُشير هذه الدراسة إلى أن الخلل في الإحساس بالمُغَذِّيات المحلية يمكن أيضًا أن يسهم في تنشيط mTORC1 ونُموّ خلايا الأورام. ويوضح المؤلفون أنه لدى اختلال مكونات مركب «جيتور» البروتينية، لا يعود mTORC1 قادرًا على الإحساس بمستويات الأحماض الأمينية المحلية، فيبقى نشطًا، بغَضّ النظر عن توافر هذه المُغَذِّيات بالخلايا. وفضلًا عن ذلك.. فالجينات التي ترمِّز لبروتينات NPRL2، وNPRL3، وDEPDC5 ـ مكونات أساسية لـ«جيتور» منخرطة في تثبيط بروتينات Rag ـ تكبح الأورام، ويحدث حذفها أو تحورها (تطفرها) في مجموعة متنوعة من السرطانات البشرية، وإنْ كان بمعدلات منخفضة[1,7]، لكن من منظور الخلايا السرطانية، ما فائدة تعطيل إشارات المُغَذِّيات المحلية بالنسبة إلى نمو الورم؟

بصفة عامة، فإن مسارات التوازن الداخلي ـ التي ترصد تقلُّبات المغذيات في الخلية، وتبدل فسيولوجيا الخلية تبعًا لذلك ـ تُعزز بقاء الخلية. وتبدو هذه الاستجابات التكيفية بمستوى الأهمية ذاته، أو أكثر أهمية بالنسبة إلى بيئة الورم النامي المباشرة، حيث قد تؤدي الجُمْلَةُ الوِعائيَّة غير الكافية أو غير الناضجة إلى إيصال متغير للمُغذيات إلى خلايا الأورام. وفقدان مسارات أخرى من مسارات استشعار المُغَذِّيات (من ضمنها مسار LKB1–AMPK) التي تعمل ككوابح للأورام يثير حساسية خلايا الأورام، لحرمانها من المُغَذِّيات أو لعقاقير تُحاكي مظاهر تجويعها[8,9]. وبالتالي، يُرَجَّح أن تُوازِنَ هشاشةُ الخلايا إزاء التجويع فائدةَ الزيادة المطردة بنشاط mTORC1 بعد فقدان بروتين «جيتور». وتفسير الفقدان الانتقائي لهذا المسار ومسارات استشعار المُغَذِّيات الأخرى في الأورام قد يذهب إلى أن إزالة هذه الكوابح لنمو الخلية يقدم فائدة لنمو الورم عند مستويات دون المثلى ـ لكن لا تحد من النمو ـ للمغذيات التي تثبط عادة mTORC1.

قد تكون لنتائج بار–بيليد وزملائه آثار في علاج السرطان. فقد وجدوا ـ مقارنةً بخلايا سرطانية أخرى ـ أن الخلايا التي شهدت طفرة بمركب «جيتور» أكثر حساسية لمُثَبِّط mTORC1 المسمى راباميسين rapamycin. وبجانب علاجات الاستهداف، مثل راباميسين، فاستغلال نقاط ضعف محددة ـ ناشئة عن اختلال استجابات تكيفية فطرية لتوافر المُغَذِّيات ـ قد يوفر استراتيجيات بديلة لقتل الخلايا السرطانية انتقائيًّا. في الحقيقة، قد تكون الخلايا السرطانية التي تفتقد هذه الاستجابات التكيفية عُرضَةً للتأثُّر بشكل خاص بمُقلدات المُغَذِّيات، كأشباه الأحماض الأمينية أو الجلوكوز؛ أو العقاقير المسببة إجهادًا أيضيًّا عامًّا في الخلايا، كالعقار المُضادّ للسكري «ميتفورمين» metformin؛ أو المركبات التي تستهدِف توابع أيْضيَّة محددَّة لخلايا الأورام. هذه كلها موضوعات البحث النشطة بمجال أيْض السرطان. ■

سوتشيترا مينون، وبرندان د. مانينج يعملان بقسم الوراثة والأمراض المعقدة، بكلية الصحة العامة، جامعة هارفارد، بوسطُن، ماساتشوستس، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: bmanning@hsph.harvard.edu

1. Bar-Peled, L. *et al. Science* **340,** 1100–1106 (2013).
2. Laplante, M. & Sabatini, D. M. *Cell* **149,** 274–293 (2012).
3. Dibble, C. C. & Manning, B. D. *Nature Cell Biol.* **15,** 555–564 (2013).
4. Neklesa, T. K. & Davis, R. W. *PLoS Genet.* **5,** e1000515 (2009).
5. Panchaud, N., Péli-Gulli, M. P. & De Virgilio, C. *Sci. Signal.* **6,** ra42 (2013).
6. Menon, S. & Manning, B. D. *Oncogene* **27,** S43–S51 (2008).
7. Li, J. *et al. Cancer Res.* **64,** 6438 (2004).
8. Leprivier, G. *et al. Cell* **153,** 1064–1079 (2013).
9. Shackelford, D. B. *et al. Cancer Cell* **23,** 143–158 (2013).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



غلاف عدد 13 يونيو 2013

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 13 يونيو من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

علم الفلك

خروج مبكِّر لنجوم كُرويّة عنقودية

تُعرف عناقيد درب التبانة الكرويّة الآن بأنها مرفأ لجيلين على الأقل من النجوم. وتشير النماذج الحالية للتطور النجمي إلى أن غالبية العناقيد (التجمعات) النجمية تتطور؛ وصولاً إلى المرحلة النهائية من الاحتراق النووي للنجوم ذات الكتل المنخفضة، وهو ما يعرف بطور «فرع العملاق المُقارب». نظر سايمون كامبيل وزملاؤه في الطيف عالي الاستبانة لعَيِّنة من 20 نجمًا من فرع العملاق المُقارب (AGB)، و24 نجمًا من «فرع العملاق الأحمر» في العنقود الكروي NGC6752، ووجدوا أن غالبية النجوم (أي 70% منها) في التجمعات تخفق في الوصول إلى طور فرع العملاق المُقارب. وتمتلك كل نجوم فرع العملاق المُقارب في العيِّنة وفرة منخفضة من الصوديوم، مما يشير إلى أنها من نجوم الجيل الأول تحديدًا. ولم يكن لدى المؤلفين تفسير واضح لتلك المشاهدات. وتُستخدم العناقيد الكروية غالبًا لاختبار نظرية التطور النجمي، لكن تلك النتائج تثير شكوكًا حول أيٍّ من تلك الاختبارات المعتمدة على تعداد نجوم فرع العملاق المُقارب.

Sodium content as a predictor of the advanced evolution of globular cluster stars

S Campbell *et al*

doi:10.1038/nature12191

البيولوجيا البنيوية

بِنْيَة قناة GIRK2 البلوريّة

يؤدي تنشيط المستقبِلات المقترنة ببروتين-G (PGCRs) إلى إطلاق وحدات بروتين-G: Gα وGβγ من السطح داخِل الخَلَوِي للمستقبِل المقترن ببروتين-G. وبعد ذلك.. يمكن لوحدات البروتين (Gβγ) أن ترتبط بقناة معدِّل البوتاسيوم +K المبوَّب ببروتين-G نحو الداخل (GIRK) وتنشطها؛ مما يتسبب في فتح مسام القناة. إن فتح هذه القنوات يدفع جهد (فولتيّة) الغشاء نحو الراحة الكامِنَة (Nernst)؛ مما يؤدي إلى إبطاء معدل إزالة استقطاب الغشاء. وفي هذه الدراسة، حلَّ ماثيو وُورتون، ورودريك ماكينون البِنْيَة البلورية بالأشعة السينية لقناة GIRK2 الثديية في وجود وحدات بروتين-G المسمَّاة Gβγ. ورغم أن البنية الإجمالية لوحدات بروتين-G المسماة Gβγ هي ـ في الأساس ـ نفسها في وجود وحدات بروتين-G المسماة Gα أو GIRK، إلا أن بنية GIRK و GIRK/G βγ مختلفة تمامًا. وتكشف البنية أيضًا كيف يساعد الدهن المؤشر PIP2 وأيونات الصوديوم Na^+ بين الخلويّة في تنظيم نشاط وحدات بروتين-G الموسومة GIRKs.

X-ray structure of the mammalian GIRK2–βγ G-protein complex

M Whorton *et al*

doi:10.1038/nature12241

علوم الأرض

تأثير الماء على لُزُوجة وشاح الأرض

أصبح الافتراض القائم لوقت طويل، القائل بتأثير الماء البارز على العمليات الدينامية الأرضية بوشاح الأرض ـ عبر التأثير من خلال لُزُوجة الكوارتز والصخور الأخرى ـ محلًّا للتساؤل بواسطة دراسة جديدة لانتشار السيليكون في معادن الزبرجد الزيتوني. وقد تم قياس الانتشار الذاتي للسيليكون ـ الذي يُعتقد في أنه يسيطر على لُزُوجة وشاح الأرض ـ في ظروف شبيهة بالوشاح، ذات ضغط عالٍ، وحرارة مرتفعة، كدالة في المحتوى المائي؛ مما أسفر عن نتائج مختلفة عن تلك المنشورة سابقًا. وخَلُص الباحثون إلى وجود تأثير للماء على تشوه وجريان الوشاح صغير، وأنه من غير المحتمل أن يسبب الماء نطاقًا منخفض اللزوجة. وفي مقال مرافق لهذه الدراسة، يأخذ جون برودولت بعين الاعتبار الآثار المترتبة على هذا العمل البحثي، وصعوبات مضاهاة الدراسات التجريبية عند الظروف الحَدِّية القصوى الموجودة بالوشاح.

Small effect of water on upper-mantle rheology based on silicon self-diffusion coefficients

H Fei *et al*

doi:10.1038/nature12193

سلوك الحيوان

براعة الفهـد الصيّـاد

من المعلوم ـ على نطاق واسع ـ أن الفهد أسرع الحيوانات على الأرض، حيث إنّ له سرعة قصوى مسجَّلة تصل إلى 29 مترًا في الثانية. لقد أجريت بضعة قياسات دقيقة للسرعات، ومع ذلك.. نادرًا ما كانت هناك سرعات تفوق كلاب السباق السلوقية (18 مترًا في الثانية). وحاليًا، هناك فريق متعاون مع وقفيّة (مؤسسة) الحفاظ على الحيوانات المفترسة في شمال بوتسوانا، استخدم الفريق "ياقات" التتبع المصنَّعة خصيصًا، وتضم نظام التموضع العالمي (GPS)، ووحدات القياس بالقصور الذاتي؛ لالتقاط ديناميات حركة فهود الشيتا في البرية. وكشفت بيانات لـ367 مطاردة صيد لخمسة من فهود الشيتا البرية عن سرعة قصوى تبلغ 25.9 مترًا في الثانية (58 ميلًا، أو 93 كيلومترًا في الساعة)، وقد سُجلت لها بعض أعلى قياسات التسارع الجانبي والأمامي، والتباطؤ، وقيَم قوة كتلة الجسم، لدى الثدييات الأرضية. ومعظم الصيد يشمل سرعات معتدلة فقط، ويعتمد نجاحه على مزيج من القوة والتسارع وخفة الحركة.

Locomotion dynamics of hunting in wild cheetahs

A Wilson *et al*

doi:10.1038/nature12295

الشكل أسفله | فهد الشيتا مطوقًا، والسمات التشريحية المُساهِمة في الأداء. أ، يظهر الفهد بطوق حول رقبته. **ب،** التسارعان التثاقلي والجاذب (قوة الجذب المركزي) يعملان بفاعلية لدى التفاف الفهد؛ قيمة g ترمز للتسارع الناتج عن الجاذبية، قيمة v2r-1 تدل على التسارع الجاذب، والقيمة a هي محصلة التسارع (الجاذبية الفاعلة). **ج،** مخالب الفهد غير القابلة للطي تعزز قوة القبض. **د،** وضعية الجسد المنخفضة المستخدمة في التباطؤ، تمنع الترنح وتوظف عضلات القائمة الخَلفيّة لامتصاص طاقة الحركة.



الفيزياء

حجاب زمني يخفي الأحداث

وصفت دراسة رائدة نُشرت بدَوْريّة «نيتشر» في العام الماضي «حجابًا زمنيًّا» يجعل حدثًا معزولاً غير قابل للاكتشاف عند إحداث فجوة زمنية في نظام معالجة إشارة بصرية. ومؤخرًا، تطوّر ذلك المفهوم أكثر؛ لينتج نظامًا يمكنه إخفاء تيار متصل من الأحداث عند معدلات بيانات الاتصالات السلكية واللاسلكية. فقد صمم أندرو واينر وزملاؤه سلسلة «فجوات في الزمن» باستغلال نظير الوقت في تأثير تالبوت للتصوير الذاتي بالبصريات، حيث ينتِج شعاع الموجة السطحية الساقط على مُحزِّزة الحيود diffraction grating صورًا متكررة للمحززة على مسافات منتظمة. وباستخدام مكونات الاتصالات البصرية القياسية، أظهر الباحثون إمكانية إخفاء ما يقرب من نصف المحور الزمني، وكذلك إخفاء البيانات الرقمية للتتابع العشوائي الزائف بمعدلات يمكنها حجب رسائل العالَم الحقيقي في تطبيقات آمنة.

A temporal cloak at telecommunication data rate

J Lukens *et al*

doi:10.1038/nature12224

الوراثة

معدلات تتبدل في أمراض القلب

توضِّح هذه الدراسة أن الطفرات الجديدة ذات التأثير الكبير تؤدي دورًا في نشوء المرض فيما لا يقل عن 10% من حالات أمراض القلب الخِلْقية. وباستخدام تحليل تتابعات الإكسومات في ثلاثيّات بين الآباء والذُّرِّيَّة، قارن ريتشارد ليفتون وزملاؤه تواتر (تكرار) الطفرات المستجدة، التي حددتها تتابعات الإكسومات، لدى عينة من 362 ثلاثيّة (مكوّنة من أب، وابن، وحفيد) بحالات أمراض القلب الخِلْقية، و264 ثلاثيّة من حالات الضبط والمقارنة. وأظهر تحليل أنطولوجيا الجينات (عِلْم الوُجُود الجيني) إثراءً مهمًّا لطفرة جديدة مُبدلة للبروتين من الجينات المنخرطة في تعديل الكروماتين، أي إثراء الجينات المنخرطة في إنتاج وإزالة وقراءة مَثيلة الهيستون H3K4، وH3K27.

De novo mutations in histone-modifying genes in congenital heart disease

S Zaidi *et al*

doi:10.1038/nature12141

البيولوجيا الجزيئية

دور إنترلوكين- α1 في الالتِهاب الذّاتي

تحمل الفئران طَفْرَة مُعَطِّلَة في جين Ptpn6 ـ الذي يرمِّز إلى فوسفاتيزالتيروزين (SHP-1) ـ يطور تلقائيًّا متلازمة الالتهاب الذاتي، التي تشبه الجُلاد الحُمّوِي في البشر. في هذا النموذج الدراسي على الحيوانات، حدد لوكنز وزملاؤه مسارًا جديدًا لإنزيم كيناز RIP1 ، ولمسار الالْتِهاب الذَّاتِي معتمد على إنترلوكين-α1 ، ويتطلب NF-κB ويسيطر عليه فوسفاتيزالتيروزين. ويسلط هذا العمل البحثي الضوء على الدور الحاسم إنترلوكين-α1 في الالتهاب الذّاتي، ويشير إلى أن التحييد العلاجي إنترلوكين-α1 قد يكون مفيدًا لعلاج أمراض الالْتِهاب الذّاتِيّ، بينما لا يتداخل مع الاستجابات التي يتوسطها إنترلوكين-β1.

RIP1-driven autoinflammation targets IL-1α independently of inflammasomes and RIP3

J Lukens *et al*

doi:10.1038/nature12174

الخلايا الجذعية

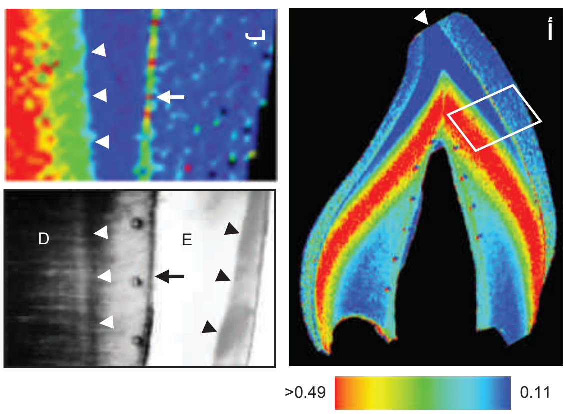
بروتينات MBNL وتَعَدُّد القُدرات

حدد بن بلينكاو وزملاؤه بروتينيّ MBNL1، وMBNL2 الشبيهين بعمياء العضلات ـ والمقيِّدين للحمض النووي الريبي ـ كمنظمَيْن سلبيين لأحداث التَّضْفير البديلة المنظمة تفاضليًّا بين الخلايا الجذعية الجنينية، وأنواع الخلايا الأخرى. وتُظْهِر عدة خطوط من الأدلة أنهما منخرطَيْن في تنظيم أنماط التَّضْفير البديلة، الشبيهة بالخلايا الجذعية الجنينيّة. حدَّد الباحثون أيضًا دورًا تنظيميًّا أثناء إعادة برمجة الخلايا الليفيّة إلى خلايا جذعية مستحثة مُتَعَدِّدة القُدْرَات (iPS).

MBNL proteins repress ES-cell-specific alternative splicing and reprogramming

H Han *et al*

doi:10.1038/nature12270



النشوء والتطور

باريوم الأسنان علامة الفطام في الرئيسيّات

معلومٌ أن الفطام وقت حرج في حياة أي ثديي، خاصة البشر، حيث يسمح الفطام المبكر للمرأة بإنجاب مزيد من الأطفال في زمن أقصر، مقارنةً بما سيكون خلاف ذلك. وبالتالي، يمكن أن يكون لتطور الفطام المبكر تأثير عميق على تطور ونجاح الجنس البشري (العاقِل) *Homo sapiens*. وحتى الآن، لم يكن من الممكن تحديد سن الفطام من الحفريّات بدقة، لكن مؤخرًا، أظهر مانيش أورورا وزملاؤه أن نسبة الباريوم إلى الكالسيوم في مينا الأسنان هي مؤشر موثوق فيه على الرضاعة والفطام في البشر وقرود المكاك، إذ يرتفع الباريوم أثناء الرضاعة، ويهبط بصورة مفاجئة في الفطام. وتكشف دراسة سِنٍّ تعود إلى إنْسان نياندرثال بلجيكي محفوظ جيدًا عن مدة الرضاعة الطبيعية الخالصة، وعن فترة الغذاء المختلط، وعن سن مبكرة للفطام بشكل لافت عند سن 14 شهرًا تقريبًا.

Barium distributions in teeth reveal early-life dietary transitions in primates

C Austin *et al*

doi:10.1038/nature12169

الشكل أعلاه | توزيع الباريوم في الأسنان اللبنية البشرية. خريطة الباريوم/الكالسيوم للقواطع (الأسنان القاطعة). **أ،** يشار إلى قرن السن العاجي (العاجين) برأس السهم. **ب،** أبرزت المنطقة في أ وفي صورة مجهرية بالضوء المستقطب. في عاج السن (D)، تظهر مستويات الباريوم/الكالسيوم زيادة ملحوظة تتطابق مع خط حديثي الولادة (السهام البيضاء). ويشار إلى خط حديثي الولادة في المينا (E) برؤوس السهام السوداء، وإلى وصلة العاج بالمينا بواسطة السهام.

فيزياء الموصلات

ترانزستور مغزلي بارد الذّرَّة

تأثير هول Hall المغزلي هو ظاهرة تشهد فيها جسيمات، كالإلكترونات ـ في غياب المجال المغناطيسي ـ قوةً شبيهة بقوة لورنتز باتجاه يعتمد على الحركة المغزلية لكل جسيم. وتُظْهِر هذه الدراسة تأثير هول المغزلي في حالة غاز بوز Bose منحل كميًّا، لتحقق نظيرًا لترانزستور مغزلي شبه موصل. ولهذه النتائج تطبيقات محتملة بالنسبة إلى المَجسَّات (الحساسات) المغناطيسية والقُصُورية، وتقترح طريقة لهندسة عوازل طوبولوجية، لها تأثيرات هول Hall غزل مكمّمة بالغازات الكمية فائقة البرودة.

The spin Hall effect in a quantum gas

M Beeler *et al*

doi:10.1038/nature12185

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الخلايا الجذعية

مصير الكروماتيدات الشقيقة

في تجارب تستخدم أسلوب «التهجين الموضعي الفلوري، صِبْغِيّ التَّوَجُّه» CO-FISH بمستوى استبانة كروموسوم (صبغي) مفرد، أظهر يوكيكو ياماشيتا، وسواتي يادلابالي أن الكروماتيدات الشقيقة للكروموسومات الجنسية ـ وليست الكروموسومات الجسدية ـ يتم عزلها (فصلها) بطريقة غير عشوائية أثناء الانقسامات الخلوية غير التماثليّة في الخلايا الجذعية الجرثوميّة التناسلية (GSCs) لذكر ذبابة الفاكهة. ويتم فصل الكروماتيدات الشقيقة عشوائيًّا أثناء فرط تكاثر الخلايا الجذعية الجرثوميّة، وفي خلايا جذعية جرثومية أُزِيلَ تمايزها. وفي ضوء هذه النتائج، يرى المؤلفون أنه من غير المرجح لفصل الكروماتيدات الشقيقة غير العشوائية أنْ تتم من حماية «الضفيرة السرمدية»؛ لتجنب طفرات مدفوعة بالنسخ التكراري المتماثل، مثلما اقتُرح سابقًا.

Chromosome-specific nonrandom sister chromatid segregation during stem-cell division

S Yadlapalli *et al*

doi:10.1038/nature12106

علم الأمراض

ناقلات المرض في البعوض

المرور التسلسلي لطفيلي الملاريا عن طريق القوارض، أو الرئيسيات، أو المضيفين من البشر يزيد فوعة الطفيلي. وهذا يعني أن انتقال الناقلات يعدل الفوعة، لكن يفتقد الدليل المباشر على ذلك. ومؤخرًا، أثبت جان لانجورن وزملاؤه أن انتقال البعوض يعدل جوهريًّا مرحلة الدم غير التزاوجية لطفيلي *Plasmodium chabaudi* المتصورة (أحد أربعة أنواع تسبب الملاريا)، وهذا بدوره يثير استجابات مناعية متبدِّلة للمضيف. ويرى المؤلفون أن تعديل طفيلي المتصورة في ناقل المرض النّاموسي قد يكون نتيجة لمزيج من عمليات تنظيمية تعمل على مراحل متعددة من دورة حياة الطفيلي. ويسلط هذا العمل الضوء على أهمية التفاعلات بين الناقلات والطفيليات والجهاز المناعي للتديبات في التسبُّب في مرض الملاريا. ويمكن أن يوفر الفهم الشامل لهذه العلاقة الثلاثية خيارات جديدة لتصميم لقاح.

Vector transmission regulates immune control of *Plasmodium* virulence

P Spence *et al*

doi:10.1038/nature12231

الوراثة

بحثًا عن قابلية توريث أمراض المناعة

رغم أنه تم التعرف على متغيرات شَّائِعة عديدة من حجم متواضع التأثير من دراسات الترابط على نطاق الجينوم (GWASs)، لا يزال الكثير من توريث الصفات المعقدة دون تفسير. وقد بحث مؤلفون عن متغيرات في ترميز إكسونات 25 من جينات المخاطر بدراسات الارتباط على مستوى الجينوم في مجموعة كبيرة من المشاركين، منهم مَنْ لديهم ستة أنماط ظاهرية من أمراض المناعة الذاتية، وهناك مشاركون بمجموعة الضبط والمقارنة. وأظهروا أن متغيرات منطقة الترميز النادرة بمَواضِع معروفة تلعب في الغالب دورًا ثانويًّا في قابلية الإصابة بمرض المناعة الذاتية الشَّائِع. وهذه النتائج لا تدعم النظرية القائلة بأن القابلية المفقودة لتوريث أمراض المناعة الذاتية الشَّائِعة تعزى إلى حدوث طفرات ترميز نادرة بمواضع معروفة، لكن تتسق مع المرض الناجم عن مواضع متغيرات شائعة عديدة ذات تأثير ضعيف.

Negligible impact of rare autoimmune-locus coding-region variants on missing heritability

K Hunt *et al*

doi:10.1038/nature12170

الوراثة الجزيئية

تنظيم الاستجابة لتلف الحمض النووي

إن كشف وإصلاح الحمض النووي التالف أمر حيوي لبقاء الخلية، والمحافظة على الجينوم سليمًا، لكن إشارات تلف الحمض النووي الشاذة يمكن أن تكون سببًا للسرطان. ومؤخرًا، درس مايكل يافي وزملاؤه دور تغيُّر بِنْيَة الكروماتين في تنشيط استجابة الحمض النووي للتلف (DDR). ووجدوا أن الشكل الإسوي B isoform من البروتين المقيِّد للكروماتين، Brd4، يعمل على قمع إشارات استجابة الحمض النووي للتلف. ولأنه مرتبط بالهستونات المؤستلة (الأسيتيلة)، يستقطب هذا الشكل الإسوي Brd4 مركب إعادة بناء كروماتين الكوندنسين II(المُتَكَثِّفII)، الذي يمنع ارْتِخاء الكروماتين اللازم للتقييد بالعوامل التي تتعرف على تلف الحمض النووي؛ وتصلحه. وبهذه الطريقة، ينظم هذا الشكل الإسوي Brd4 قوة تنشيط استجابة الحمض النووي للتلف بواسطة آليات متميزة من التفاعلات النسخيّة المعروفة مع المركب النَّسْخِي P-TEFb.

The bromodomain protein Brd4 insulates chromatin from DNA damage signalling

S Floyd *et al*

doi:10.1038/nature12147

الفيزياء الحرارية

الحرارة في وصلات نانويّة المقياس

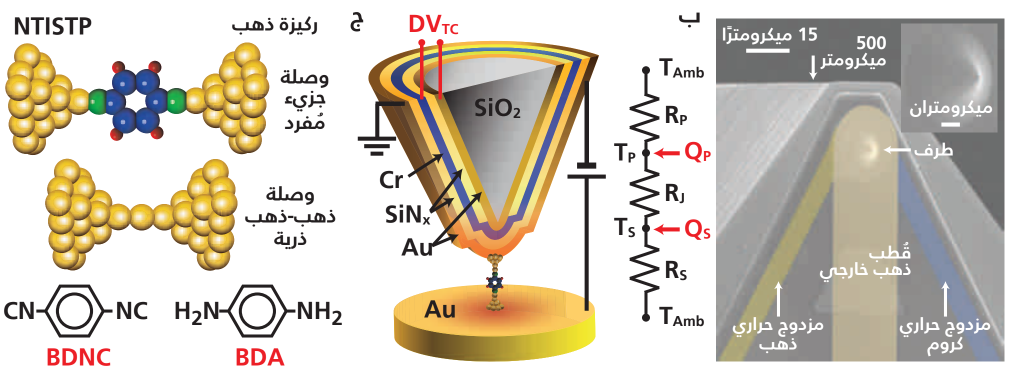
لقد دُرِس تدفق الشحنات الإلكترونية عبر الوصلات نانوية المقياس بطريقة موسعة، لكنْ من الصعب قياس الحرارة الناجمة عن مثل تلك التيارات الصغيرة. وهناك تقنية جديدة قائمة على مجَسَّات مسح تخليلّية مصنَّعة خصيصًا بوصلات حرارية مزدوجة متكاملة، جعلت من الممكن الآن دراسة التشتت الحراري عند المستوى الذري. وقد استُخدمت هذه التقنية لمراقبة تشتت الحرارة غير المتماثل، حيث تعتمد كمية الحرارة المتولدة على قطبية انحياز الجهد، وحامل الشحنة الرئيسة. وتربط النتائجُ خواص حمل الشحنة للوصلات على المستوى الذري بالتشتت الحراري، ويمكن استخدامها لوصف مجال من أنظمة بينية النطاق، حيث يكون نقل الشحنات مرنًا بشكل رئيس، بدون تبادل للطاقة في منطقة التماس. وتشمل تلك النظم أسلاكًا نانوية شبه موصلة، وغازات إلكترون ثنائية الأبعاد، وبِنَى متباينة شبه موصلة، وأنابيب كربون نانوية، وجرافين.

Heat dissipation in atomic-scale junctions

W Lee *et al*

doi:10.1038/nature12183

الشكل أسفله | المجسّات المزدوجة حراريًّا نانوية المقياس والوصلات الذرية والجزيئية المدروسة في هذا العمل. **أ**، صورة باستخدام مجهر إلكترون المسح (SEM) لمجسات مزدوجات حرارية نانوية المقياس للمسح النفقي المتكامل (NTISTP). تم تلوين الأقطاب بطريقة استعارية. الصورة المرفقة هي صورة مكبرة للطرف. **ب**، رسم تخطيطي لوصلة منشأة بين مجسات مزدوجات حرارية نانوية المقياس للمسح النفقي المتكامل (NTISTP) (منظور مقطع عرضي) ووصلة تحتية من الذهب (إلى أسفل) جنبًا إلى جنب مع شبكة مقاومة حرارية (إلى اليمين) تمثل المقاومات السائدة للتدفق الحراري. **ج**، أشكال تخطيطية لوصلات ذرية وجزيئية (إلى أعلى) جنبًا إلى جنب مع بنى الجزيئات المدروسة (إلى أسفل). (كل الأشكال التخطيطية لم تُرسم بمقياس رسم أو بشكل متناسب).



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الوراثة

التبايُـن في الخلايا المناعية

عادةً ما تستمد ملامح التعبير الجيني عند مستوى جَمْهَرَة الخلية (التجمعات الخلوية)، لكن هناك أدلة متزايدة تشير إلى أن الخلايا الفردية التي تبدو متطابقة يمكن أن تختلف كثيرًا في التعبير الجيني. وتصف هذه الدراسة استخدام تتابعات الحمض النووي الريبي لخلية وَحيدة (RNA-Seq) لتحليل الاستجابة النَّسخِيّة لثماني عشرة خَلية تَغَصُّنِيَّة مشتقة من نخاع عظم الفأر، بعد تحفيزها بعديد السَّكاريد الشَّحْمِيّ. ووجد الباحثون أنه حتى في حالة الجينات التي يتم التعبير عنها بدرجة عالية على مستوى التجمع الخلوي ـ مثل جينات المناعة الرئيسة والسيتوكينات ـ غالبًا ما يُعَبّر عنها بطريقة ثُنائِيّة مشروطة (شكْلِيّة). وقد يتم التعبير عنها بدرجة عالية جدًّا في خلية واحدة، وبالكاد يتم التعبير عنها في خلية أخرى. ويعكس هذا التغاير اختلافات في حالة كل من الخليتين، واستخدام مسار يحركه الإنترفيرون، يشمل Stat2، و Irf7. ويمكن أن يكون لتقنية SMAR-Seq لفك التتابعات المستخدمة هنا تطبيق واسع في دراسة الدّارات التنظيمية على مستوى الخلية الواحدة.

Single-cell transcriptomics reveals bimodality in expression and splicing in immune cells

A Shalek *et al*

doi:10.1038/nature12172



غلاف عدد 20 يونيو 2013

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 20 يونيو من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

الفيزياء الجزيئية

كيف ينصهـر الجليـد؟

عندما ينصهر الجليد، تبدأ العملية عادة حول الشوائب أو بالقرب من السطح، وهي أحوال تساعد على خلق الجَنين الأوَّلي للماء السائل. بدون ذلك الحث، يجب على عملية التنوية التلقائية أن تجري بداخل كتلة جليد متجانسة من خلال التهييج الحراري، لكن الآلية الحقيقية لهذا الانتقال المرحلي (الطوري) على المستوى الجزيئي ليست مفهومة جيدًا. مؤخرًا، قدم كينجي موتشيزوكي وزملاؤه محاكاة دينامية جزيئية تحدد الفصل المكاني لشائبتين إلى مكوناتهما التأسيسية كخطوة حاسمة، وليس تكوينهما الابتدائي. هاتان الشائبتان الناتجتان عرضًا عن سوء طَيّ أو تشابك شبكة روابط الهيدروجين يمكنهما أن الاستمرار والنمو، مما يحول الجليد سريعًا إلى ماء سائل.

Defect pair separation as the controlling step in homogeneous ice melting

K Mochizuki *et al*

doi:10.1038/nature12190

الوراثة الجزيئية

استشعار الحمض النووي بإنزيم cGAS

تُعتبر آلية استشعار إشارات الحمض النووي العصاري الخلوي بواسطة الجهاز المناعي الفطري موضوع اهتمام بحثي مكثف، لأنها الوسيلة التي يتم بها الكشف عن البكتيريا والفيروسات الغازية. والمعلوم أن الحمض النووي العصاري الخلوي يستحث النوع الأول من الإنترفيرون من خلال تنشيط إنزيم مستشعر (حساس) الحمض النووي ـ وهو إنزيم مُخَلِّق يسمى سينثيتاز أحادي فوسفات الأَدينُوزِين–ثلاثي فوسفات الجوانُوزين الحَلَقِيّ (cGAS)، الذي يحفز تخليق ثنائي النوكليوتايد الحَلَقِيّ، والذي ينشط بدوره البروتين «محفز جينات الإنترفيرون» STING. وكان كارل بيتر هوبفنر وزملاؤه قد قدموا البِنَى البلورية لشُدْفَة النَّهاية الكربوكسيلِيّة للسّلسلة عديدة البِبْتيد لإنزيم cGAS وحدها، في مركب مع UTP، وكَمُرَكَّب DNA-ATP-GTP. في ورقة مكملة لهذه الدراسة، أظهر ڤيت هورنَنج وزملاؤه أن منتج إنزيم cGAS يختلف عن ثنائيات النيوكليوتايد الحلقية الموصّفة سابقًا. بل هو ثنائي نوكليوتايد حلقي غير تقليدي مع رابط بادئة ´2 ونهاية ´5 بين جوانوزين وأدينوزين. هذا التخليق ثنائي الخطوة منcGAMP (´2–´5) يمكن أن يكون مركزًا لتطوير مثبطات محددة لعلاج أمراض المناعة الذاتية التي ينخرط بها محور cGAS-STING.

Structural mechanism of cytosolic DNA sensing by cGAS

F Civril *et al*

doi:10.1038/nature12305

علم الإحاثة

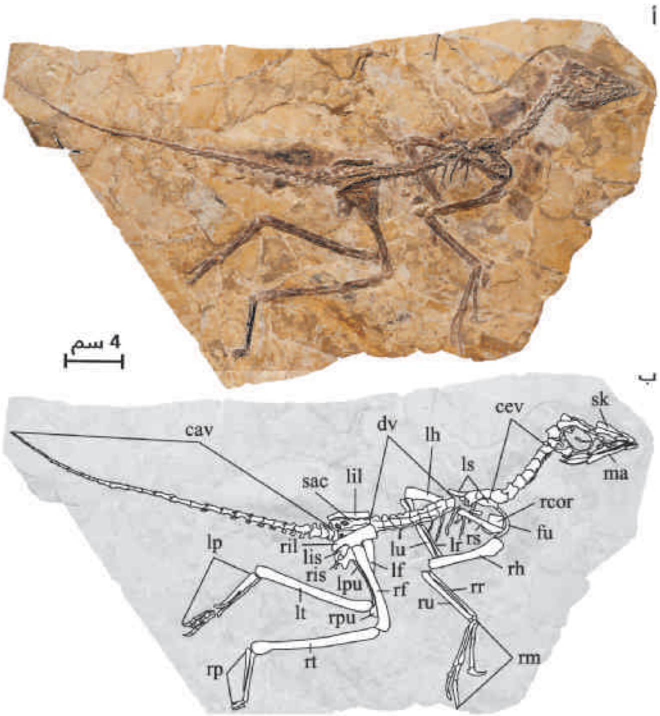
الأركيوبتيريكس يعود إلى الصورة

دفعت اكتشافات الديناصورات ذوات الأقدام المكسوة بالريش في الصين خلال العقدين الماضيين إلى تنقيحات دراماتيكية لتصوراتنا عن تطور الطيور وأصول الطيران— بما في ذلك اقتراح أن الأركيوبتِيريكس الأحفوري الأيقوني قد يكون راقدًا على مسافة من أصل الطيور الحديثة. الآن حط الأركيوبتِيريكس مرة أخرى على مجثمه مع اكتشاف ديناصور آخر شبيه بالطيور، في تكوينات تياوجيشان Tiaojishan (العصر الجوراسي المتأخر الأوسط) المتواجدة في إقليم لياونينج، في الصّين. يستعيد تحليل فيلوجيني جديد لنشوء وتطور الأركيوبتريكس كونه طيريًا متباعدًا مبكرًا، ويعيد تنظيم عائلة ترودونتيدات كمجموعة شقيقة لعائلة الطيور القديمة Avialae. هذه النتائج متسقة مع تنوع الطيور المبكر في آسيا خلال العصر الجوراسي المتأخر الأوسط، والأصل الواحد لطيران الطيور الخفاق بقوة القوائم (الأطراف) الأمامية.

A Jurassic avialan dinosaur from China resolves the early phylogenetic history of birds

P Godefroit *et al*

doi:10.1038/nature12168



الشكل أسفله | الديناصور أورورنس إزوي Aurornis xui(YFGP-T5198). أ، صورة فوتوغرافية. ب، رسم خطي. الاختصارات: cav، فقرات ذيلية؛ cev، فقرات عنقية؛ dv، فقرات ظهرية؛ fu، الفُرَيقَة (في حنجرة الجنين)؛ ga، المُعَيديّة؛ lf، عظمة الفخذ اليسرى؛ lh، عظم العضد الأيسر؛ lil، الحرقفة اليسرى؛ lis، عظمة الإسك اليسرى؛ lp، قَدَم يسرى؛ lpu، عظام العانة اليسرى؛ lr، نصف القطر الأيسر؛ ls، لوح الكتف الأيسر؛ lt، الظنبوب (عَظْمُ السَّاق) الأيسر؛ lu، الزند الأيسر؛ ma، الفك الأسفل؛ rcor، عَظم غُدافِيّ (عَظم غُرابِيّ) أيمن؛ rf، عظمة الفخذ اليمين؛ rh، عظم العضد الأيمن؛ ril، الحرقفة اليمنى؛ ris، عظم الإسك الأيمن؛ rm، أصابع اليد اليمنى؛ rp، القَدَم اليمنى؛ rpu، عظام العانة اليمنى؛ rr، نصف القطر الأيمن؛ rs، لوح الكتف الأيمن؛ rt، الظنبوب (عَظْمُ السَّاق) الأيمن؛ ru، الزند الأيمن؛ sac، عظم العجز؛ sk، الجمجمة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الوراثة الجزيئية

بروتين «جمبى» هو إنزيم ديوبيكويتيناز

ترتبط طفرة «جمبى» في الفئران بعُيوب قاتلة في نشوء الأوعية الدموية في الجنين. مؤخرًا، أظهر سابين كورديز وزملاؤه أن جين *gumby/Fam*105b يرمز إنزيم ديوبيكويتيناز الذي يتعرف تحديدًا على سلاسل الديوبيكويتين الخطية ويشقها، وهي التي تزج بعملية نزع اليوبيكويتين خطيًا في إصدار إشاراتWnt ونشوء الأَوعِيَّة الدموية. في البشر، ترتبط الحذوفات المحتوية على «جمبي» في كروموزوم5p15.2 بالتخلف العقلي والتشوهات القحفية الوجهية التي لوحظت لدى مرضى مُتَلازمة المواء (CDCS). ورغم أنه ليس الجين الوحيد المحذوف، فقد يساهم «جمبي» في إحداث بعض أعراض مُتَلازِمة المواء من خلال تأثيراته على عملية نزع اليوبيكويتين خطيًا. يتعرف هذا العمل البحثي على «جمبي» والمسارات التي تنظم التوازن بين عمليتي نزع وإضافة اليوبيكويتين كموضوع له شأن بعلاجات مُضادّة لعيوب نشوء الأوعية.

The linear ubiquitin-specific deubiquitinase gumby regulates angiogenesis

Elena Rivkin *et al*

doi:10.1038/nature12296

علم الأعصاب

استهداف الأمراض التَّنَكّسيّة العصبيّة

التراكم السام للبروتين المتحور (الطافر)—برّي النوع أحيانًا— في الدماغ هو سبب شائع للإمراض في الأمراض التَّنَكُّسِيَّة العَصَبِيَّة الموروثة. تقليل هذا التراكم يمكن أن يعكس النمط الظاهري للمرض. وكانت هدى الزغبي وزملاؤها قد طوروا استراتيجية الغربلة الجينية عبر مختلف الأنواع لتعيين هُوِيَّة الأهداف التي يمكن استهدافها بالعقاقير بحيث تقلل مستويات بروتين أتاكسين–1، وهو البروتين المسبب لأمراض النوع الأول من الترنُّح المرضي الوراثي (الشوكي المُخَيخِيّ). كشفت هذه الاستراتيجية عن أهداف علاجية متعددة (Ras/MAPK/MSK1) والتي تؤدي عند تثبيطها إلى انخفاض مستويات بروتين أتاكسين–1، وتقمع سُمِّيّته في النظُم العصبية للإنسان والفأر وذبابة الفاكهة.

RAS–MAPK–MSK1 pathway modulates ataxin 1 protein levels and toxicity in SCA1

Jeehye Park *et al*

doi:10.1038/nature12204

علوم الكونيّات

اندماج نجمي هائل

مشاهدات الأطوال الموجية المتعددة في نظام HXMM01 ـ زوج من المجرات المكونة للنجوم العدسية اكتشف أول مرة في مسح هيرشل متعدد المستويات خارج المجرات (HerMES) ـ تقدم مشهدًا لاندماج المجرات الذي حدث منذ حوالي 11 مليار سنة، وهي الفترة التي تكونت فيها معظم المجرات التكافؤية الهائلة. مثل هذه الأحداث تكون قصيرة الأجل بالنسبة للمقاييس الزمنية الكونية، بحيث نادرًا ما يتم رصدها. تُكوِّن المجرات المندمجة نجومًا بمعدل 2000 كتلة شمسية سنويًا. ويُرجح أن يستنفد مخزون الغاز خلال حوالي 200 مليون سنة، وبحلول ذلك الوقت ستنتج مجرة تكافؤية ضخمة.

The rapid assembly of an elliptical galaxy of 400 billion solar masses at a redshift of 2.3

H Fu *et al*

doi:10.1038/nature12184

علم الفلك

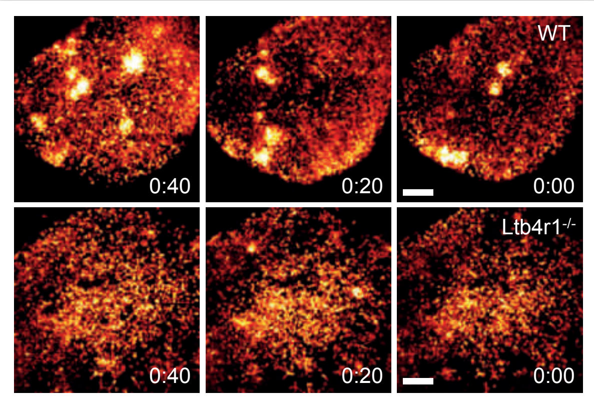
خدش سطح المريخ

ينبع معظم فهمنا لتركيب وتطور المريخ كيميائيًّا من تحليل الثلاثين المعروفة بصخور المريخ النيزكية، ومن مجموعة SNC خاصة، وهي مجموعة فرعية تتكون من صخور بازلتية نارية مميزة. عندما وَجّد مسبار ناسا لاستكشاف سطح المريخ «سبيريت» أن الصخور السطحية من فوهة «كوسيف» البركانية تُظْهِر فروقًا تركيبية عن أحجار (SNC) النيزكية وكذلك أكثر قدما من معظم الصخور النيزكية المريخية (Martian meteorites) بـ3.7 مليار سنة، أثيرت تساؤلات عن أهمية البيانات المستمدة من الأحجار النيزكية. قدّم جيمس تَف وآخرون نموذجًا يمكنه حل تلك الصعوبات من حيث الاختلافات في افتلات أكسجين الوشاح الصخري المنصهر الغني بالكبريت. فهم يقترحون أن تركيب الصخور السطحية التي يبلغ عمرها 3.7 مليار سنة ناتج عن أكسدة مبكرة للوشاح الصخري الأعلى للمريخ. كان لتلك الأكسدة تأثير أقل على المناطق الأعمق للوشاح الصخري، والتي أنتجت معظم الصخور البركانية الأخيرة، التي تم جمعها من قِبَل الصخور النيزكيّة المريخية (Martian meteorites).

Volcanism on Mars controlled by early oxidation of the upper mantle

J Tuff *et al*

doi:10.1038/nature12225



علم المناعة

خلايا العَدِلَة المناعية تحتشد تحت المجهر

خلايا العَدِلات مكونات رئيسة لنظام الدفاع المناعي الفطري، وتساعد أيضًا في التئام الجروح بعد تلف الأنسجة. وقد تم توصيف كيفية ترك هذه الخلايا مجرى الدم لتصل مواقع العدوى أو التلف جيدًا، لكن لا يعرف سوى القليل عن الكيفية التي تجد بها طريقها خارج مجرى الدم والانتقال إلى موقع الإصابة أو الضرر. درس رونالد جرمين وزملاؤه سلوك العدلات في نموذج جديد من تلف خلايا الجلد المعقمة، باستخدام تقنية التصوير الديناميكي الحيوي الداخلي بالفوتون-2. وتُظهر الدراسة أن إنتاج العدلات لليكوترين الدهْني B4 (LTB4) مطلوب لتجنيد العدلة مسافات طويلة، وتشكيل العنقود الأولي. يتطلب تشكيل عنقود كثيف لاحقًا وإعادة ترتيب شبكة ألياف الكولاجين بمركز الجرح، مما يولّد منطقة خالية من الكولاجين، وإغلاق الجرح على الأنسجة المحيطة الليكوترين الدهني B4 (LTB4) وكذلك بروتينات الإنتجرينات— المدمجة بالغشاء البلازمي للخلايا الحية.

Neutrophil swarms require LTB4 and integrins at sites of cell death in vivo

Tim Lammermann *et al*

doi:10.1038/nature12175

الشكل أعلاه | الشرط المطلوب لاحتشاد الليكوترين الدهْني B4 (LTB4) في العقد الليمفاوية المصابة بالعدوى. أصيبت الفئران بعدوى الزّائفة الزِّنْجاريّة— بروتين فلوري أخضر (GFP) في وسائد أقدام الفئران وبعد ذلك تَم عمل 2P-IVM على الغدد الليمفاوية المأْبضيَّة المستنزفة في الأوقات المشار إليها. **أ**، تتابع متداخل زمنيًّا للجيوب تحت المِحْفَظِيّة بين المصابة بالعدوى من نوع الفئران البري: Lyz2gfp/1 (أعلى) وLyz2gfp/1 2/Ltb4r12 (أسفل). تم إجراء التحليل عندما كانت أعداد خلايا العدلات قابلة للمقارنة في الجيوب (النوع البري، 3 ساعات؛ Ltb4r12 / 2، 4.5 ساعات). إشارة العدلة— بروتين فلوري أخضر ملونة تلوينًا زائفًا (خريطة الحرارة) للإشارة إلى مجموعات العدلة (بيضاء). الوقت، ساعة:دقيقة. مقياس البار، 100 مم.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علوم المناخ

سيليكات الألمونيوم تعزز تكوين الجليد

غبار الأيروسول المعدني—بالمناطق القاحلة— يطلق تكوين الجليد في السحب فائقة التبريد، والذي يمكن أن يؤثر في خواص السحب المشعة وبالتالي في المناخ. يُعتقد كذلك أن معادن الصلصال (clay minerals)—وهي المُكوِّن الأساسي لذلك الغبار—هي أيضًا أكثر جسيمات تَنْوِيَة الجليد فاعلية. لكن بِن موريّه وزملاؤه أظهروا هنا أن معادن سيليكات الألمونيوم (feldspar minerals) تُهيمن على تَنْوِيَة الجليد التي يحدثها الغبار المعدني، رغم كونه مُكوِّن غبار ثانوي. يقترح الباحثون كذلك أن جسيمات سيليكات الألمونيوم قد تكون مسؤولة عن نسبة كبيرة من الأنوية الجليدية بغلاف الأرض الجوي عند درجات حرارة معينة، وكلما تفاوت محتوى سيليكات الألمونيوم، قد تبدل التغيرات في موضع مصادر الغبار تركيز الأنوية الجليدية بالغلاف الجوي وتأثيرات المناخ المصاحبة لذلك.

The importance of feldspar for ice nucleation by mineral dust in mixed-phase clouds

J Atkinson *et al*

doi:10.1038/nature12278

علم الأعصاب

تنوع العصبونات في قشرة الدماغ

تحتوي قشرة الدماغ فئات مختلفة عديدة من العصبونات البَيْنيَّة المثبطة، لكل منها خصائص تشريحية وفسيولوجية مختلفة. وقد مكنت التطورات التكنولوجية الحديثة من تحديد التأثير الوظيفي لكل فئة من الفئات. أظهرت هذه الدراسة الوراثة البصرية التوسيمية لفئران تؤدى مهام جمع الطعام المقدم كمكافأة أن فئتي الخلايا المعبرة عن بروتين الزُلاَل القصير المقيد للكالسيوم parvalbumin وهرمون سوماتوستاتين somatostatin، وهما من أكبر تجمعات العصبونات البينية، تستجيبان بشكل متغير خلال مختلف مراحل المهمة. تشير هذه النتائج إلى وجود صلة بين نشاط مختلف أنواع العصبونات البينيّة—على مستوى الدائرة—في تنظيم تدفق المعلومات والوظائف السلوكية التي تقوم بها الدوائر القشرية بالدماغ.

Distinct behavioural and network correlates of two interneuron types in prefrontal cortex

D Kvitsiani *et al*

doi:10.1038/nature12176

تقنيات العرض

شاشات عرض النجـاح

لا تزال شاشة عرض الفيديو ثلاثي الأبعاد الملائمة للاستخدام اليومي في نطاق الخيال العلمي: فالمحاولات الراهنة لوضعها موضع التنفيذ تميل إلى أن تكون بطيئة وصغيرة ومُكلِّفة، وتعاني من تقييد زوايا الرؤية. هنا يُسَخِّر دانيل سمولي وزملاؤه خواص التلاعب البصري المرغوبة لمعدِلات (صمامات) الضوء المكانية الراشحة متباينة الخواص لإنتاج أجهزة لها إمكانات تناول ومعالجة كل تلك العقبات. وجد الباحثون أن تلك التكنولوجيا يمكنها خفض تكلفة الفيديو ثلاثي الأبعاد من 100 ألف دولار أو أكثر إلى أقل من ألف دولار. تشمل التطبيقات المحتملة الأخرى الطباعة الحجرية والاستخدامات المجهرية والوراثة البصرية والمعالجة الدقيقة.

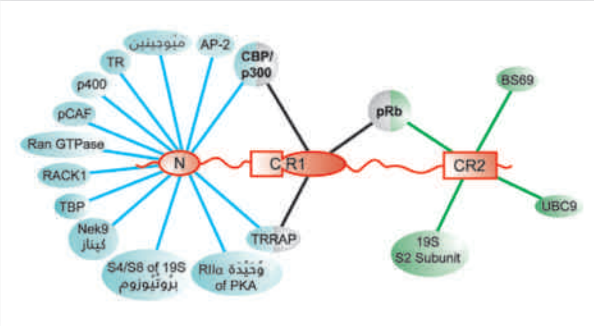
Anisotropic leaky-mode modulator for holographic video displays

D Smalley *et al*

doi:10.1038/nature12217

الشكل أسفله | شاشة فيديو محوسبة ثلاثية الأبعاد. أ، مسار بصري لشاشة فيديو ثلاثية الأبعاد تحتوي على جهاز ضبط وتعديل وعدسة نقل، وماسح أفقي متعدد الأضلاع، وماسِح رأسي جلفانومتري، وعدسة مخْرجات تكافؤية القِطع، وناشر. **ب،** طَيّ المسار الداخلي لشاشة الفيديو ثلاثية الأبعاد. **ج،** شاشة فيديو مُجمَّعة ثلاثية الأبعاد.





البيولوجيا الجزيئية

الحفز المنظم في بروتين محور مضطرب

تعتمد الوظيفة الخلوية على شبكات الإشارات المعقدة ضامةً محاور إشارات البروتين التي تتفاعل مع عدة شركاء من أجل تعديل إشارات متعددة تالية (قادمة). هذه الدراسة لأحد هذه المحاور، هو البروتين الورمي بمنطقة أدينوفيروس المبكرة(E1A) 1A، تستخدم قياسات FRET الجديدة أحادية الجزيء لتتغلب على مشكلات التجميع ولتسبر مباشرة التفاعلات الحفزية لمنطقة أدينوفيروس المبكرة1A مع اثنين من الشركاء الرئيسين. تكشف النتائج عن وجود تعديل تعاوني مذهل، منظم بواسطة تفاعلات متعددة وتوافر موتيفات تفاعل منطقة أدينوفيروس المبكرة1A. قد يكون مثل هذا التعديل للتفاعلات الحفزية سمة مشتركة لبروتينات المحور المختل جوهريًّا.

Modulation of allostery by protein intrinsic disorder

A Ferreon *et al*

doi:10.1038/nature12294

الشكل أعلاه | التعقد الوظيفِي المتحقق من خلال فوضى التقييد في المنطقة المبكرة للأدينوفيروس (E1A) 1A أ، تفاعلات المِطْراف النيتروجيني (النهاية الأمينيّة للسلْسلة عديدة البِبْتيد)، وموتيفات CR1 وCR2 في المنطقة المبكرة للأدينوفيروس (E1A) مع البروتينات الخلوية. ولا تظهر التفاعلات المتواسَطة بالمناطق CR3 وCR4 من E1A5.

الإيدز

كيف يسبب HIV-1 موت الخلايـا

المعلوم أنه يتم القضاء على الخلايا التائية المساعدة $CD4^+$، وهي متَظِمَة رئيسة للمناعة، بواسطة العدوى بفيروس نقص المناعة المكتسبة (HIV-1)، لكن لم يكن واضحًا كيف يسبب الفيروس موت الخلايا. ومؤخرًا، أظهر غاري نيل وزملاؤه أن تكامل فيروس نقص المناعة المكتسبة (HIV-1) ضروري وكاف لإطلاق موت الخلايا التائية المساعدة $CD4^+$، وأن هذا التكامل يطلق موت الخلايا بتنشيط بروتين كيناز (DNA-PK) المُعتمِد على الحمض النووي—وهو

جزء من آلية إصلاح الحمض النووي—وفسفرة p53. قد يساعد هذا العمل البحثي على شرح كيفية تأسيس خزانات الفيروسات في المُصَابين بعدوى فيروس نقص المناعة المكتسبة، ويشير إلى أن العلاج بمثبطات إنزيم الانتجراز المدمج أو بروتين كيناز المعتمد على الحمض النووي (DNA-PK) قد يطيل بقاء الخلايا التائية المساعدة CD4، ويؤخر نشوء مرض الإيدز.

HIV-1 causesCD4cell death through DNA-dependent protein kinase during viral integration

A Cooper *et al*

doi:10.1038/nature12274

استهداف البوليميراز الرابع في RdDM

في نبات الأرابيدوبسيس، كان مسار مثيلة الحمض النووي الموجّه بالحمض النووي الريبي (RdDM) هو مسار إسكات جيني غير مفهوم، حيث الأحماض النووية الريبية الصغيرة المتداخلة (siRNAs)—المتولدة بواسطة بوليميراز الحمض النووي الريبي، Pol-IV—تستهدف إنزيم ناقِلَة مثيل الحمض النووي إلى مواقع عمله. مؤخرًا، أفاد ستيفن جاكوبسن وزملاؤه أن بروتين مجال التماثل SHH1 يقيد الكروماتين عن طريق تعديلات الهيستون الكابحة وتجند (تستقطب) بوليميراز الحمض النووي الريبي (Pol-IV) لتعزيز إنتاج الأحماض النووية الريبية الصغيرة المتداخلة. بروتين مجال التماثل SHH1 لديه وحدة نمطية جديدة لتقييد الكروماتين التي تعمل بمثابة قارئ لايسين مزدوج لكل من K4 وK9 من ذيل جزيء هيستون H3. يحدد هذا العمل خطوة استهداف مبكر يمكن أن تكون نقطة تحكم حرجة في التعديل (الوراثي) اللاجيني عبر مثيلة الحمض النووي.

Polymerase IV occupancy at RNA-directed DNA methylation sites requires SHH1

J Law *et al*

doi:10.1038/nature12178

الأحياء المجهرية

ميكروبات الجِلْد تجمُّع مختلَط

بجانب الحماية من غزو المُمْرضات، يقوم الجلد بدور المضيف لتجمع متنوع من الميكروبات، ولبعضها أدوار هامة في صحة الإنسان ومرضه. المكون البكتيري لهذه المجتمعات معروفة جيدا حاليًا، لكن معرفتنا بالفطريات الأعضاء في مجهريّات البقعة الجلدية لا تزال محدودة. مؤخرًا، رسمت جوليا سيجرا وزملاؤها خريطة لتنوع الأنواع الفطرية في 14 موقعًا مختلفًا في الجلد (البشرة) من 10 راشدين أصحاء، وقارنوها بالفلورا البكتيرية. وجد الباحثون أن الثراء الفطري يتفاوت عبر أنحاء الجسم، وأن تلك المجتمعات البكتيرية والفطرية تشكلها عوامل مختلفة. أحد الاكتشافات الذي له أهمية خاصة للمرض هو أن التجمعات الميكروبية حول القدمين التي تتأثر عادة بالأمراض الفطرية، مثل قدم الرياضي، تميل إلى أن تكون غير مستقرة. عدم الاستقرار هذا قد يتيح فرصًا لازدهار الميكروبات الضارة. تبرز هذه النتائج الحاجة إلى تطوير استراتيجيات علاج جديدة تستهدف تحديدًا اختلالات التوازن الميكروبي.

Topographic diversity of fungal and bacterial communities in human skin

K Findley *et al*

doi:10.1038/nature12171

الكيمياء الذرية

اكتشاف سمات ذرات الكالسيوم الغريبة

توفر ذرة الكالسيوم نموذجًا مثاليًا لدراسة تطور الغلاف النووي، من وادي الاستقرار إلى حدود الوجود. فبينما تم التحقق من تنبؤات لكل نظائر الكالسيوم الغنية بالنيوترونات— كالسيوم ^{51}Ca وكالسيوم ^{52}Ca — بالقياسات المباشرة، تظل كيفية تطور الكتل النووية لنظائر الكالسيوم الأثقل سؤالًا مفتوحًا. وهنا، يورد فرانك فَيْنهولتز وزملاؤه تحديد كتلة نظائر الكالسيوم الغريبة ^{53}Ca و ^{54}Ca، باستخدام مطياف كتلة متعدد الانعكاسات. توفر النتائج معلومات أساسية للنماذج النظرية وتبيّن أن توصيف النواة الغنية للغاية بالنيوترونات يمكن أن يرتبط ارتباطاً وثيقًا بفهم أعمق للقوى النووية.

Masses of exotic calcium isotopes pin down nuclear forces

F Wienholtz *et al*

doi:10.1038/nature12226



غلاف عدد 27 يونيو 2013

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 27 يونيو من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

علوم الأرض

اتزان الوشاح وراء الاضطراب الجيولوجي

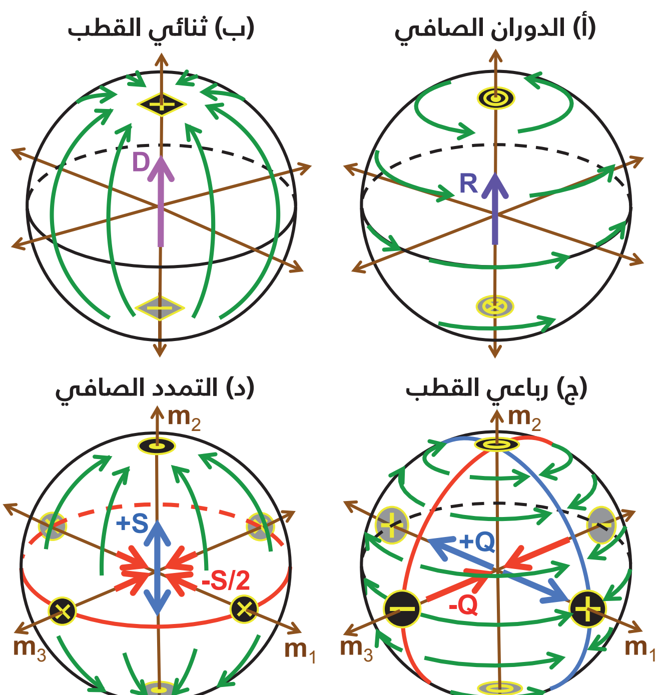
تاريخ الأرض الطويل المتصل بالنشاط الجيولوجي المكثف ـ بما في ذلك بناء الجبال وحركة الصفائح التكتونيّة ـ يرتبط بالتدفق اللزج للوشاح الكامن (التحتي). وهنا يظهر كلينتون كونراد وزملاؤه أنه رغم تعقيدها الواضح، تعكس الخصائص الصافية (الدقيقة) لحركيات الصفائح التكتونية أنماطًا ثابتة واسعة النطاق للتدفق اللزج داخل الوشاح الصخري السفلي. فقد تتبعوا المواضع الجغرافية للالتقاء والتباعد الصافي الناجمين عن تشكلات تكتونية تغطي 250 مليون عام مضت، ووجدوا أن مواضع التباعد لم تتحرك بشكل دال، وتوجد فوق موجتين متقلبتين أسفل أفريقيا والمحيط الهادئ. وخلص الباحثون إلى أن مناطق الوشاح الصخري الأدنى ظلت ثابتة نسبيًّا عبر الزمن الجيولوجي، وبالتالي نظمت تدفق وشاح الأرض.

Stability of active mantle upwelling revealed by net characteristics of plate tectonics

C Conrad *et al*

doi:10.1038/nature12203

الشكل أسفله | تعريفات السمات الصافية. (أ) تحركات الصفائح في صافي الدوران، (ب) ثنائي القطب الصافي، (ج) رباعي القطب الصافي، (د) التمدد الخالص (أسهم خضراء). (أ) الرموز المستخدمة للدلالة على مواضع الأقطاب نقاط محاطة بدوائر أو علامة التصالب + للدلالة على أقطاب صافي الدوران الموجب أو السالب، (ب) علامة الموجب (+) أو السالب (−) داخل مُعيَّن للدلالة على الأقطاب الثنائية الموجبة والسالبة، (ج) علامات (+) أو الدائرة أو (−) داخل دائرة للدلالة على الأقطاب الرباعية الموجبة والخالية والسالبة، (د) نقاط مُصْمتة وعلامات التصالب + للدلالة على أقطاب التمدد الصافي الانضغاطي أو الامتدادي.



الفيزياء الفلكية

نجم نابض بالمرحلة الانتقاليّة

قبل أن تصبح أقزامًا بيضاء منخفضة الكتلة، تتطور النجوم الحمراء العملاقة المجردة بلمعان ثابت تقريبًا باتجاه درجات حرارة مؤثرة أعلى. ومؤخرًا، وُجِدَ أن النظام النجمي المسمى J0247-25 ثنائي، حيث يُحجَب نجم J0247-25B في هذه الحالة التطوريّة غير الاعتيادية كليًّا بواسطة النجم J0247-25A من النوع-(أ) الاعتيادي كما يبدو. واستخدمت المشاهدات الطيفية وقياسات الضوء الجديدة لاشتقاق مُعامِلات فيزيائية فلكية دقيقة لكلا النجمين. وتطابق هذه البيانات والمعطيات نماذج فيزيائية فلكية تقول إن سلف الأقزام البيضاء الأكثر سخونة يحيطه غلاف هيدروجيني سميك. ويشير هذا إلى أن الأقزام البيضاء منخفضة الكتلة بالغة البرودة قد فقدت أغلفتها الهيدروجينية السميكة بواسطة الإشعاع المغناطيسي الكهربي للنجوم النيوترونية المغناطيسية Pulsars المرافقة، أو بواسطة أحداث من الاندماج النووي الهيدروجيني غير المستقر (ومضات قصف). إنّ اكتشاف النبضات في نجم J0247-25B يفتح فرص رصد جديدة لدراسة بنية قزم أبيض منخفضة الكتلة.

Multi-periodic pulsations of a stripped red-giant star in an eclipsing binary system

P Maxted *et al*

doi:10.1038/nature12192

الفيزياء

طريقة جديدة في التشابك الذّرِّي الضوئي

تجمع الشبكات المستخدمة في الحوسبة والاتصالات الكمية عمومًا بين تخزين المعلومات الكمية بالذاكرة الذرية وانتقالها بالضوء. والعملية الرئيسة التي تقوم عليها مثل تلك الشبكات هي التشابك الذري الضوئي. فإذا كان زمن توليد التشابك طويلًا ـ وهو ما يحدث إذا كان انبعاث الضوء تلقائيًّا ـ يصبح من غير العملي توسيع نطاق الشبكة إلى أكثر من عقدتين. ويقدم الباحثون هنا نهجًا أكفأ، حيث يستخدمون غازًا فائق البرودة لذرات ريدبرج المحصورة (ذرات روبيديوم–87) لتحقيق تشابك حتمي بين الضوء والتماسك الذري البصري. وتمهِّد النتائج الطريق لشبكات كمِّية وظيفية كثيرة العُقَد.

Entanglement between light and an optical atomic excitation

L Li *et al*

doi:10.1038/nature12227

علوم المواد

بقعة ضـوء على السيليكون

السيليكون هو العمود الفقري لصناعة الإلكترونيات الدقيقة، لكن أداءه كمادة فوتونية (ضوئية) ليس استثنائيًّا. وعلى أي حال، تحقَّق تقدُّم كبير في اتجاه نقل سمات بصرية مفيدة إلى السيليكون، وبلغ ذلك ذروته في إنجاز ليزر من السيليكون كاملاً. ومؤخرًا، قدَّم ياسوشي تاكاهاشي وزملاؤه لمسة معمارية جديدة على ليزر السيليكون، فأظهروا كيف أن إدماج فجوة نانويّة بلورية ضوئية في مثل هذه البنية يمكن أن يختزل كثيرًا كلًّا من الحجم، ومستوى طاقة الحافّة (مستوى الطاقة التي يبدأ عندها سلوكه الليزري) للأداة الناتجة. والميزتان لا غنى عنهما لتكامل واسع النطاق مع الدوائر الضوئية والإلكترونية الأخرى.

A micrometre-scale Raman silicon laser with a microwatt threshold

Y Takahashi *et al*

doi:10.1038/nature12237

التطور/ الميكانيكا الحيوية

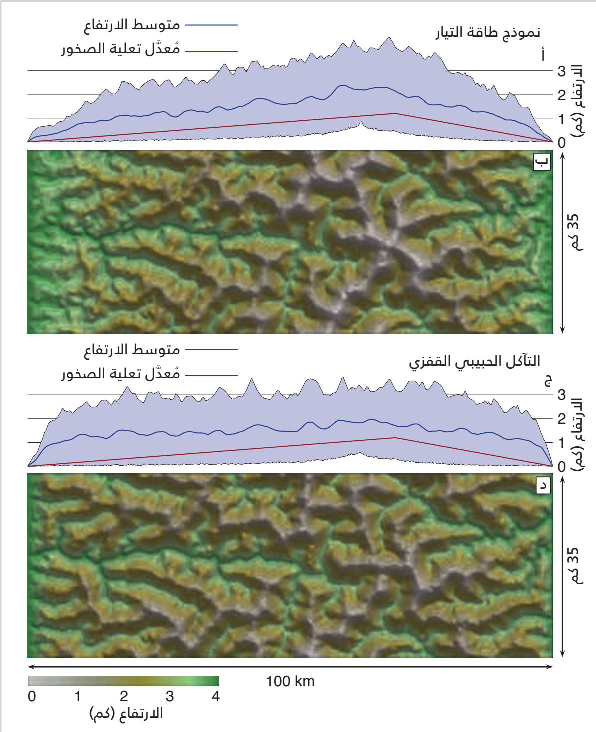
ذراع قوية منذ وجود الإنسان منتصب القامة

كان داروين قد تكهن بأنّ الحركة الثنائية باستخدام قدمين فقط ربما أسهمت في قدرة البشر الفريدة على رمي الأشياء بشكل جيد. ورغم أن بعض الرئيسيّات، بما في ذلك أقربها إلى البشر ـ الشمبانزي ـ ترمي الأشياء من حين إلى آخر، إلا أن رمياتها لا تقترب حتى من مضاهاة سرعة ودقة الرميات التي يحققها فتيان البشر الصغار. وقد حلَّل نيل روتش وزملاؤه الميكانيكا الحيوية لحركة الرمي لدى لاعبي البيسبول الجامعيين؛ لأجل فَهْم أفضل لتطور هذا السلوك. وتُظْهِر النتائج التي توصل إليها الباحثون أن تكيفات الجزء العلوي من الجسم البشري تسمح لنا بتخزين وإطلاق الطاقة المرنة في الكتف بطريقة تشبه المنجنيق. وأدلة هذه التحولات الرئيسة في مُورْفولوجية الحركة ـ التي تجعل تخزين الطاقة هذا ممكنًا ـ محفُوظة في السجل الأحفوري لأشباه البشر. ومن هذه الحفريات، يستنتج الباحثون أن القدرة على رمي الأشياء بسرعة عالية ربما نشأت مع الإنسان منتصب القامة *Homo erectus*، وربما تكون قد لعبت دورًا حاسمًا في الصيد المبكِّر.

Elastic energy storage in the shoulder and the evolution of high-speed throwing in *Homo*

N Roach *et al*

doi:10.1038/nature12267



علوم الأرض

آليات استمرار السلاسل الجبليّة

كان يُتوقع أن تتآكل سلاسل الجبال في غياب نشاط الصفائح التكتونية، لكن العديد منها قد استمر على مدى عدة مئات من ملايين السنين. ومؤخرًا، أظهرت دراسة لنموذج تفسيري جديد أن العمر الطويل غير المتوقع للسلاسل الجبلية غير النشطة تكتونيًّا يمكن تفسيره من خلال آليات التغذية الراجعة الناجمة عن اقتران بين ثلم نهر الأديم الصخري (الطبقة السفلى) ـ الذي يسهم بتطور تضاريس سطح الأرض، ويشكل بالتالي بنية الأحزمة الجبلية ـ ومختلف طرق تأثير الانهيارات الأرضية في التآكل النهري.

Lifespan of mountain ranges scaled by feedbacks between landsliding and erosion by rivers

D Egholm *et al*

doi:10.1038/nature12218

الشكل أعلاه | مورفولوجية المشهد الأرضي أ، ارتفاعات الحد الأدنى والمتوسط والحد الأقصى بامتداد القطع العرضي الشرقي – الغربي لنموذج طاقة التيار. يُبيِّن المنحنى الأحمر تفاوت معدّل التعْلية، الذي يبلغ ذروته عند معدل مليمتر واحد سنويًّا. **ب،** نظرة تفصيلية للمشهد الطبيعي الناجم عن النموذج عندما يقترن الانزلاق الأرضي الصخري السفلي بتآكل طاقو التيار. **ج ، د،** التفاصيل نفسها، ولكن بالنسبة إلى نموذج التآكل الحُبيبي القفزي.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

سلوك الحشرات

كيف تضع البعوض بعيدًا عن الرائحة

تتميز أخطر ناقلات أمراض البشر، مثل بعوضة الملاريا الأنُّوفيلة الجامْبِيَّة *Anopheles gambiae*، وبعوضة (الزاعجة) المصرية *Aedesa egypti* ـ عن الأنواع الأقل خطورة وتهديدًا ـ بتفضيلها القوي لدم الإنسان، عن غذاء أوسع من دم الفقاريات. ولا يزال غير مفهوم كيف يميز البعوضُ البشرَ عن غيرهم. ومؤخرًا، طوّرت ليزلي فُوسْهول وزملاؤها استهدافًا جينيًا لبعوضة الزاعجة المصرية لإنتاج إناث متحورة وراثيًّا تحتفظ بانجذاب قوي لكل من عائلَيْها البشري والحيواني في وجود ثاني أكسيد الكربون (غاز الزفير الذي يعمل كجاذِب)، لكنها لم تعد تفضِّل البشر. تعطل طفرة جين أوركو *orco*، الذي يُرمِّز لأحد المستقبِلات المشاركة الضرورية لجميع مستقبِلات الرائحة لدى الحشرات. ومما يثير الاهتمام أن إناث البعوض الحاملة لطفرة جين أوركو تنجذب إلى البشر، حتى في وجود المواد الطاردة للحشرات، مثل «ديت» DEET، رغم أنها قد صُدَّت عند التلامس. ويشير هذا إلى وجود تأثيرات يتوسطها «ديت» لدى كل من حاسة الشم واللمس.

***orco* mutant mosquitoes lose strong preference for humans and are not repelled by volatile DEET**

M DeGennaro *et al*

doi:10.1038/nature12206

الأمراض العصبية

باثولوجيا مرض التشوه الكهفي

داء التشوه الكهفي الدماغي (CCM) مرض وراثي يسبب آفاتٍ أو أضرارًا للضفيرة الوعائيَّة في الدماغ، قد تؤدي إلى نوبات وسكتات دماغية. والعلاج الوحيد المتاح اليوم هو جراحة الأعصاب. وتنشأ أضرار التشوه الكهفي الدماغي من فقدان تحورات (طفرات) وظائف بأحد ثلاثة جينات: *CCM1*، و*CCM2*، و*CCM3*. أظهرت إليزابيتا ديجانا وزملاؤها أن الآفات المرتبطة بفقدان وظيفة CCM1 تتشكل بواسطة خلايا بِطَانِيّة تمر بمرحلة انتقال من البِطَانِيَّة إلى اللحمَة المُتَوَسِّط (EndMT)، والمستحثة بتنشيط إشارات عامل النمو المتحول–بيتا (TGF-β). وأظهر الباحثون أن تثبيط إشارات هذا العامل TGF-β يمنع مرحلة الانتقال البطانية إلى اللحمة المتوسطة، وظهور آفات التشوه الكهفي الدماغي في الجسم الحي. ولذلك.. فإن مثبطات مختلف خطوات عامل النمو المتحول (TGF-β) ومسارات إشارات بروتين تَخَلُّق العظام قد تكون مرشحة لخفض أو عكس تطور آفات التشوه الكهفي الدماغي.

EndMT contributes to the onset and progression of cerebral cavernous malformations

L Maddaluno *et al*

doi:10.1038/nature12207

الوراثة

دور تنظيمي لأحماض نووية ريبيّة

تُنسَخ الأحماض النووية الريبية ثنائية الاتجاه ـ غير المُرَمِّزة ـ من عناصر المُحِسّن، لكن من غير الواضح إنْ كانت هذه الأحماض النووية الريبية المشتقة من المُحَسِّن (eRNAs) لها دور وظيفي، أم هي مجرد انعكاس لنشاط المُحَسِّن. وقد تناولت دراستان منشورتان مؤخرًا بدَوْرِيّة «نيتشر» هذه المسألة في سياق الوظائف النسخية الإيجابية والسلبية لمستقبِلات نووية مختلفة. فقد قدّم ونبو لي وزملاؤه أدلة على الأهمية الوظيفية لنسخ الحمض النووي الريبي المشتق من المُحسن (eRNAs) خلال تنشيط الجينات بواسطة مستقبلات هرمون الإستروجين في خطوط خلايا سرطان الثدي؛ وأظهر مايكل لام وزملاؤه أن الوظائف الكَبْحِيّة للمستقبِلات النووية Rev-Erb في خلايا البلاعم الكبرى ترتبط بقدرتها على تثبيط نسخ الأحماض النووية الريبية المشتقة من المُحَسِّن (eRNAs). وأقامت هاتان الدراستان معًا الدليل على وجود دور للأحماض النووية الريبية المشتقة من المُحسِّن (eRNAs) بالإسهام في وظائف المحسِّن.

Rev-Erbs repress macrophage gene expression by inhibiting enhancer-directed transcription

M Lam *et al*

doi:10.1038/nature12209

Functional roles of enhancer RNAs for oestrogen-dependent transcriptional activation

W Li *et al*

doi:10.1038/nature12210

علم الأعصاب

تجدُّد الخلايا العصبية في الوقت المناسب

يتكون الدماغ من مختلف أنواع الخلايا العصبية (العصبونات) والخلايا الدبقية، أمّا عن كيف تولد الخلايا الجذعية العصبية الأبوية مثل هذا التنوع خلال التطور ـ إلى حد كبير ـ فهذا غير معروف. وتشير عدة خطوط من الأدلة إلى عنصر الوقت في نمط (وتيرة) تطور الخلايا الجذعية العصبية. وكانت دراستان ـ نُشرتا مؤخرًا بدَوْرِيّة «نيتشر» ـ قد استخدمتا نماذج دراسية من ذبابة الفاكهة سوداء البطن، لتبرهن على وجود دور لتوالي الزمن تحت سيطرة المتتابعات التنظيمية. فقد أظهر عمر علي بيرقدار، وكريس دو (باستخدام دماغ يرقة الذبابة) ـ وكذلك كلود ديسبلان وزملاؤه (باستخدام النظام البصري للذبابة) ـ أن أسلاف الخلايا العصبية تتغير بمرور الوقت، لأنها تنتج موجات متعاقبة من البروتينات التنظيمية، مما يزيد بالتالي كلًّا من حجم وتنوع سلالات خلاياها العصبية والدبقية. وكما تم تحديد أسلاف عصبونية مماثلة ـ وبروتينات تنظيمية مناظرة ـ في أدمغة الثدييات النامية، يُرجَّح أن هذا التنميط الزمني يسهم أيضًا في التعقيد العصبوني للقشرة المخيّة البشرية الحديثة.

Combinatorial temporal patterning in progenitors expands neural diversity

O Bayraktar *et al*

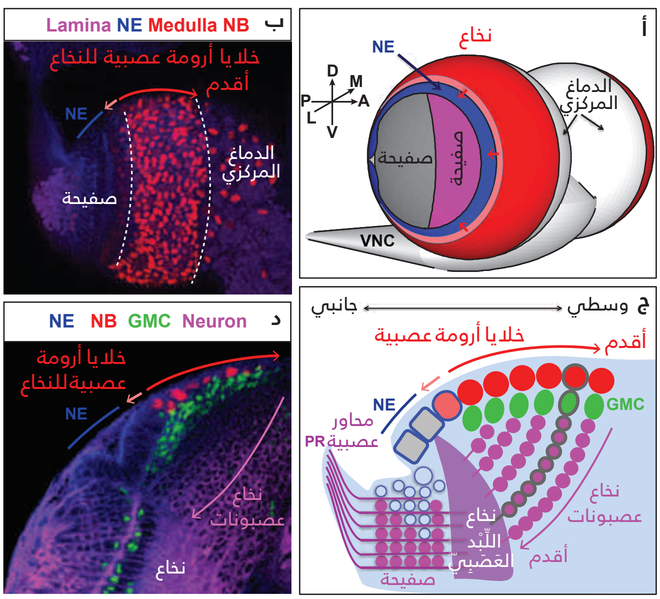
doi:10.1038/nature12266

Temporal patterning of *Drosophila* medulla neuroblasts controls neural fates

X Li *et al*

doi:10.1038/nature12319

الشكل أسفله | نخاع العظم النامي.
أ، نموذج لدماغ يرقات يظهر أن البطانة العَصَبِيَّة (أزرق) تنشئ الصفيحة على الجانب الوَحْشِي (L) وإلى النخاع على الجانب الإنسي (M). موجة من تَخلُّق النَّسيج العَصَبيّ (الأحمر الفاتح) تحول خلايا البطانة العصبية (أزرق) (NE) إلى خلايا أرومَة عَصَبِيَّة (NBs) (أحمر). A: أمامي؛ D: ظهري؛ P: خلفي؛ V: بطني؛ VNC: الحَبْل العَصَبِيّ البطني. **ب،** منظر سطحي يظهر البطانة العصبية (فالُّويدين، أزرق)، خلايا أَرومَة عَصَبِيَّة نخاعية (Dpn، أحمر)، والخلايا العصبية للصفيحة (Elav، أرجواني). **ج،** نموذج مقطعي عرضي يظهر خلايا الأرومَةُ العَصَبِيَّة (أحمر)، GMCs: خلايا أمهات الكتل العصبية (الأخضر)، والعصبونات (أرجواني). يتم إظهار خلية أرومَة عَصَبِيَّة مفردة مستنسخة بأطر سميكة رمادية اللون. PR: مُسْتَقْبِلَة ضوئيّة. **د،** منظر مقطعي عرضي يظهر البطانة العصبية (DE-كادهيرين، أزرق)،الأرومَات العَصَبِيَّة النخاعية (DPN، أحمر)، خلايا أمهات كتل النخاع (Pros، أخضر)،عصبونات النخاع والصفيحة (elav-gal4. UAS-CD8::GFP، أرجواني). يصورالسهم الأحمر الصغير موجة تَخلُّق النَّسيج العصبي في جميع اللوحات هنا.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المـلاريا

هدف الدواء في ملاريا الأطفال

لا تزال الملاريا الحادة بمرحلة الطفولة تسبِّب حوالي مليون حالة وفاة سنويًّا، ويسبب إطلاقها تقييد خلايا الدم الحمراء المصابة بعدوى طفيلي الملاريا المنجلية إلى جدران الأوعية الدموية للمضيف. والمعلوم أن بروتين غشاء كرات الدم الحمراء لطفيلي الملاريا المنجلية–1 (PfEMP1) ـ الذي يحتوي على (كاسيتات) المجال 8 و13 ـ مترافق مع الملاريا الحادة، وهنا حدَّد توماس لافشْتسِن وزملاؤه مستقبِل بروتين غشاء كرات الدم الحمراء لطفيلي الملاريا المنجلية–1 كمستقبل لبروتين Cالبطاني (EPCR)، وهو بروتين منخرط في تنظيم تخثر الدم والاستجابات الالتهابية. ويمكن أن يساعد هذا العمل البحثي في تفسير أن بعض حالات الملاريا تهدد الحياة، وتشمل التهابًا شديدًا، بل ويقترح هدفًا لمضادات الملاريا في المستقبل.

Severe malaria is associated with parasite binding to endothelial protein C receptor

L Turner *et al*

doi:10.1038/nature12216

علم الخلية

خلايا قلب يمكنها التجـدُّد

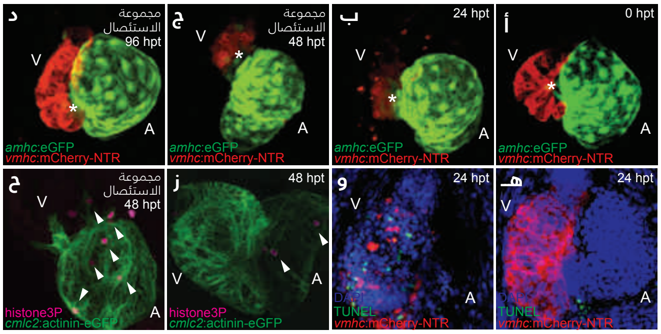
تشمل العقبات التي تَحُول دون استخدام العلاج بالخلايا الجذعية ـ لدى مرضى النوبات القَلْبِيَّة ـ صعوبة ضمان تمايز أسلاف خلايا القلب إلى خلايا قلب عضلية بطينية عاملة (وظيفية)، وإيصال وتكامل الخلايا المتمايزة إلى عَضَلة القلبِ البُطينيّة في المريض، وتكاملها مع الخلايا الأخرى. وقد درس نيل تشي وزملاؤه قدرة أنواع محددة من خلايا عضلة القلب على التمايز إلى أنواع خلايا وثيقة الصلة ببعضها البعض، لكنها متميزة في قلوب أجنة سمك الزرد. ووجدوا أنه يمكن أن تتحول الخلايا العضلية الأذينيّة إلى خلايا عضلية بطينيّة عندما يتعرض القلب لإصابة، وأن مسار إشارات نوتش Notch يستحث تجدُّد الخلايا. وحدَّد هذا العمل تجمُّعًا ذاتي المنشأ من خلايا القلب، كمصدر محتمل لتجديد بطين القلب.

In *vivo* cardiac reprogramming contributes to zebrafish heart regeneration

R Zhang *et al*

doi:10.1038/nature12322

الشكل أسفله | نتائج الاستئصال الوراثي لخلايا القلب العضلية الخاصة بالبطين على موت خلايا القلب العضلية البطينية والتجديد اللاحق. أ–د، خلايا القلب العضلية البطينية المستأصلة بميترونيدازول (MTZ) بعد العلاج بأوقات: (أ) 0 ساعة، (ب) 24 ساعة، (ج) 48 ساعة، و(د) 96 ساعة. الخلايا العضلية البطينية (باللون الأحمر)، الخلايا العضلية الأذينية (باللون الأخضر)، القناة الأذينية البطينية (AVC) (يشار إليها بالنجوم). **هـ–و،** صباغة بالتونيل TUNEL (الأخضر) بعد العلاج بفترة 24 ساعة، لبطينيّ مجموعة الضبط **(هـ)**، وباللون الحمر لبطينيّ مجموعة الاستئصال **(و)** بعد التلقيح بأربعة أيام. **ز–ح،** صباغة بهيستون H3 المضاد للفوسفات (اللون الأرجواني) بعد العلاج بفترة 48 ساعة لقلوب مجموعة الضبط (ز) ومجموعة الاستئصال (ح) (الأخضر) بعد التلقيح بخمسة أيام. تشير رؤوس السهام إلى الخلايا موجبة الهيستون مضاد الفوسفات H3. A: الأذين؛ V: البطين. التكبير، 340 عدسة شَيْئِيَّة.



المناعة

تأثير عامل BACH2 المضاد للالتهاب

يرتبط تعدُّد الأشكال الظاهرية داخل الموضع ـ الذي يُرَمِّز لعامل النسخ BACH2 ـ بعدد من أمراض التحسس والمناعة الذاتية بما في ذلك الربو، والتصلب المتعدد، ومرض كرون Crohn، ومرض الاضطرابات الهضمية، والنوع الأول لداء البول السكري. تشخِّص هذه الدراسة الآلية التي قد يسهم بها عامل النسخ BACH2 في المناعة الذاتية. فقد أظهر رويتشوهوري وزملاؤه كيف حَدّ عامل النسخ BACH2 مِنْ المناعة الذاتية بكبح المصائر البديلة للخلية، من خلال تحقيق الاستقرار في تمايز الخلايا التائية التنظيمية. وتشير هذه النتائج إلى دور لعامل النسخ BACH2 كمنظم لتمايز الخلايا التائية $CD4^+$، والوقاية من الأمراض الالتهابية بالسيطرة على التوازن بين التحمل والمناعة.

BACH2 represses effector programs to stabilize T_{reg}-mediated immune homeostasis

R Roychoudhuri *et al*

doi:10.1038/nature12199

البيولوجيا البنيوية

بِنْيَة قناة الأيونات الموجبة لفيروس (C)

إنّ التهاب الكبد الوبائي (سي) سببٌ رئيس لأمراض وسرطان الكبد. ونظرًا إلى عدم توافر لقاح وقائي، ولمحدودية الخيارات العلاجية، من المهم استكشاف أهداف علاجية جديدة. وهنا، نشر جيمس تشو وزملاؤه بِنْيَة بروتين ڤيروبورين پي7 (viroporin p7) لبلازميدة فيروس الالتهاب الكبد الوبائي (سي) قليلة القسيمات، حيث تم حلها بواسطة الرنين المغناطيسي الطيفي. ويمكن لهذا البروتين التجمع ذاتيًّا في مُجمَّع القناة الموصلة للكاتيونات. ويكشف منظر عالي الاستبانة من مشهد سداسي القناة عن معمار قنوي جديد كالقُمع، وحددت الفحوص الوظيفية بقايا مهمة لنشاط القناة.

Unusual architecture of the p7 channel from hepatitis C virus

B OuYang *et al*

doi:10.1038/nature12283



غلاف عدد 04 يوليو 2013

طالع نصوص الأبحاث في عدد 04 يوليو من دَوْرِيَّة "نيتشر" الدولية.

الوراثة/ السرطان

نظرة عامة على سرطان الكلى

أوردت مجموعة أطلس جينوم السرطان تحليلًا تكامليًّا لأكثر من 400 عينة لكرسينومات (سرطانات) كلى شفافة الخلايا، من خلال التوصيف الجينومي والبروتيومي، ومثيلة الحمض النووي، والحمض النووي الريبي. تكشف البيانات عن طفرات متكررة في مسار PI(3)K/AKT، مما يشير إلى هذا المسار كهدف علاجي محتمل، وتبدلات غير جينية مرتبطة بحدوث طفرات معينة في البروتينات المرتبطة بالكروماتين. وإحدى النتائج البارزة هي وجود تحوُّل في التمثيل الغذائي للسرطانات الشرسة، يرتبط بمرحلة الورم وحِدَّتِه.

Comprehensive molecular characterization of clear cell renal cell carcinoma

C Creighton *et al*

doi:10.1038/nature12222

الوراثة الجزيئية

استقطاب وتوظيف بروتين BP153

يعمل بروتين الاستجابة الرئيس لتلف الحمض النووي BP153 بواسطة التقيد إلى الكروماتين بموقع كسر الجديلة الوراثية المزدوجة. وقد رأت دراسات سابقة أن بروتين BP153 يعمل بعد حدوث إضافة اليوبيكويتين الذي يعززها RNF168، رغم ما كان يُعتقد بأنّ استقطاب BP153 نحو الكسور يعتمد فقط على مثيلة هيستون H4K20. ومؤخرًا، أظهر دانيال ديروتشر وزملاؤه أن استقطاب وتوظيف بروتين BP153 يتضمن التعرف على كل

من عمليتي إضافة اليوبيكويتين إلى H4K20me2، وإلى هيستون H2AK15. وتتم قراءة علامة اليوبيكويتين والسياق المحيط على H2A بواسطة منطقة في جزيء بروتين BP153، وهما يعيِّنان موتيف (معزز) الاستقطاب المعتمد على إضافة اليوبيكويتين.

53BP1 is a reader of the DNA-damage-induced H2A Lys 15 ubiquitin mark

A Fradet-Turcotte *et al*

doi:10.1038/nature12318

علوم الكواكب

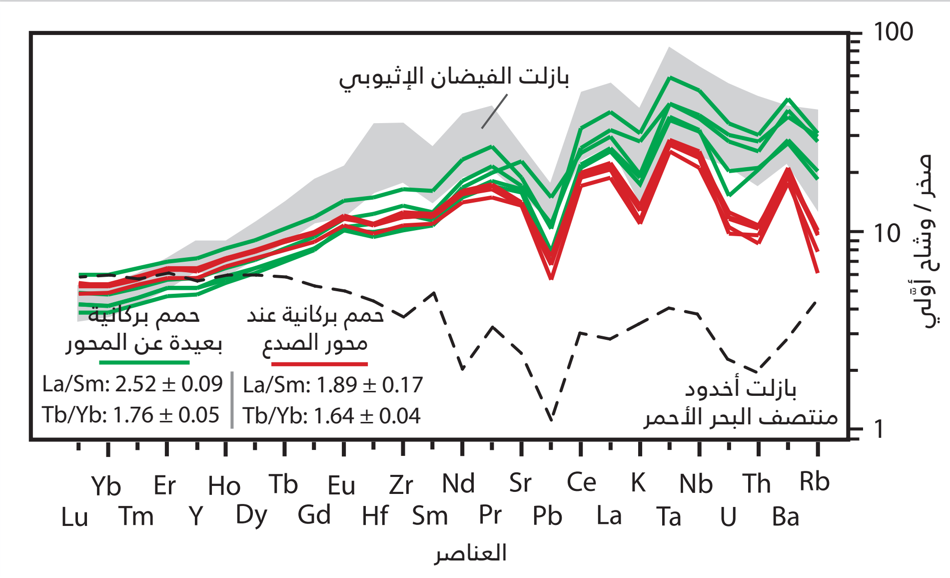
مُعدَّل كوني لتشكُّل الكواكب

حتى الآن، وُجِدت أربعة كواكب فقط بكتل تماثل كتلة كوكب المشتري، تدور حول نجوم في التكتلات الشاغرة القديمة، مقارنةً بأكثر من ثمانمائة كوكب، معظمها بحجم نبتون تقريبًا، تدور حول نجوم مجالية خارج التكتلات. وتتكون معظم النجوم والكواكب في تكتلات شاغرة، تتفكك خلال مئات قليلة من ملايين السنين، حيث تنجرف النجوم بعيدًا؛ لتصبح نجومًا مجالية. وتحافظ التكتلات الشاغرة الأقدم على بقائها، لأن نجومها أكثر كثافة عندما تشكلت، أي أنها بيئة نجميّة مختلفة جدًّا عن النجوم المجالية الأخرى المستضيفة للكواكب. وتصف هذه الورقة ـ وهي جزء من دراسة حول تكتل كبلر ـ مشاهدات عبور نجمين شبيهين بالشمس بواسطة كواكب أصغر من نبتون في تكتل شاغر، يبلغ عمره مليار سنة، هو NGC6811. يُظهر ذلك أن الكواكب الصغيرة يمكنها التشكل والبقاء في بيئة تكتليّة كثيفة، ويعني أن تواتر وخواص الكواكب في تكتلات شاغرة تكون متسقة مع تواتر وخواص الكواكب الدائرة حول النجوم المجاليّة بمجرّتنا.

The same frequency of planets inside and outside open clusters of stars

S Meibom *et al*

doi:10.1038/nature12279



علوم الأرض

كيف يحرِّك انصهار الوشاح تصدُّع تلعفر

أظهر ديفيد فيرجسون وزملاؤه أن صهير الصخور الممتد المترافق مع الصدع ـ والمُشَاهَد على طول صدع جنوب البحر الأحمر في بلاد عفار ـ يحركه انصهار عميق لطبقة الغلاف المائع (أستينوسفير) في حالة أسخن من الطبيعي. وأظهرت نماذج الوراثة الصخرية (دراسة أصل الصخور) أن الانصهارات تتولد غالبًا عند أعماق أكبر من 80 كيلومترًا، مما يعني وجود طبقة فاصلة حرارية ميكانيكية علوية سميكة في نظام صدعي يقترب من نقطة التمزق اللوحي. وخلص الباحثون إلى أن النشاط الانصهاري المتواصل أثناء حدوث تصدع عفار يتطلب إمكان حدوث درجات حرارة مرتفعة بشكل مستمر بالوشاح، وهو ما يتيح الانصهار عند ضغوط مرتفعة تحت اللوح السميك.

Melting during late-stage rifting in Afar is hot and deep

D Ferguson *et al*

doi:10.1038/nature12292

الشكل أعلاه | تكوينات عناصر خامات الحمم البركانية ببلاد عفار. تُظهر الحمم البركانية المتدفقة من الفجوات البعيدة عن المحور ثراءات متناغمة في أهم العناصر المتباينة مقارنة بتلك الآتية من الجزء المحوري لمنطقة الصدع. تُظهر المناطق الرمادية تركيبات بازلت الفيضان الإثيوبي، التي تشبه ـ على نحو كبير ـ البقعة الساخنة/السحابة الداخنية. وتُظهِر حمم عفار البركانية الحالية وبازلت الفيضان الأقدم ثراءً متشابهًا في العناصر المتباينة، مقارنةً بتراكيب بازلت أخدود المحيط الأوسط. والنِّسَب المُدْرَجة لعناصر لانثانوم/ساماريوم وتيربيوم/إتيربيوم هي متوسطات مع تباينات تبلغ سيجما واحدة. وتمت معايرة التكوينات إلى تلك الخاصة بالوشاح الصخري الأوَّلي.

الوراثة البنيوية

بِنْيَة حارس هيستون

يتعرف حارس الهيستون «فاكت» FACT على هيستون H2A، وهيستون H2B، وله أدوار مهمة خلال النسخ والتضاعف وإصلاح الحمض النووي. وقد وصف أندرياس لادْرِر وزملاؤه البنية البلورية للمركب بين مجال حارس الهيستون «فاكت» المسمى Spt16M، ومثنوي H2A-H2B، وكذلك بنية مجال تغاير المثنوي لحارس الهيستون فاكت. يُجري المجال Spt16M تفاعلات متعددة مع الهيستونات، ويبدو أنه يعترض تفاعل هيستون H2B مع الحمض النووي، مما قد يفسر كيف أن «فاكت» يزعزع استقرار الجُسَيمات النَّوَوِيّة (النيكليوسومات).

Structural basis of histone H2A–H2B recognition by the essential chaperone FACT

M Hondele *et al*

doi:10.1038/nature12242

الخلايا الجذعية

سبل غير مباشرة نحو تعدُّد القدرات

إنّ إعادة برمجة الخلايا المتمايزة إلى الحالة متعددة القدرات تتطلب إعادة تشكيل نسخية غير جينية ذات دلالة. وقد قدَّم كيسوكي كاجي وزملاؤه تبصرًا جديدًا بهذه العملية عن طريق تحديد اثنين من مؤشرات سطح الخلية (CD44، وICAM1)، يحدِّدان تجمُّعات فرعية متميزة من الخلايا التي بلغت مراحل مختلفة على الطريق إلى تعدد القدرات. وإجراء مزيد من التحليل لهذه التجمعات الفرعية المنفصلة مكّن من التوصيف الجزيئي لإعادة برمجة المواد الوسيطة، مما يظهر أن إعادة البرمجة ليست ببساطة مجرد عكس لمسار عمليات تطوريّة طبيعية.

High-resolution analysis with novel cell-surface markers identifies routes to iPS cells

J O'Malley *et al*

doi:10.1038/nature12243

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علوم الكواكب

وجه جديـد لعطارد

تُظهِر التضاريس الأكثر حُفَرًا بركانيّة على كوكب عطارد كثافة أقل بالنسبة إلى الفوهات البركانية التي يقل قطرها عن 100 كيلومتر، مقارنةً بتضاريس سطح القمر، وهو نقص يُعزى إلى إعادة تسوية السطح، من خلال تَشَكُّل سهول قديمة بين فوهات البراكين. وقد استخدم سيمون مارشي وزملاؤه خريطة مِسَاحيّة لكثافة الفوهات البركانية، قائمة على بيانات ومعطيات مَركبة الفضاء "ماسينجر" MESSENGER (مقدمة أمامية مرمزة بالألوان على الغلاف، مع فسيفساء سطحي شامل بالخلفية) لتحديد مواقع الأسطح الأقدم على عطارد، وتفسير تجمُّعات الفوهات في إطار التسلسل الزمني (الكرونولوجي) الراهن لفوهات القمر البركانية. واستنتج الباحثون أن الأسطح الأقدم تركزت بعد بداية حقبة «القصف الثقيل المتأخر» منذ 4.0 إلى 4.1 مليارات سنة. وأظهرت أحواض الارتطام الكبيرة ـ التي لم يُحَدَّد تاريخها من قبل ـ عمرًا سطحيًّا مماثلًا. وهذا التوافق يعني أن إعادة تسوية السطح كانت ظاهرة عامة، ونظرًا إلى النشاط البركاني، فربما لقيت الظاهرة مساعدة بواسطة قصف عنيف، كما أُشير إلى ذلك سابقًا.

Global resurfacing of Mercury 4.0–4.1 billion years ago by heavy bombardment and volcanism

S Marchi *et al*

doi:10.1038/nature12280

الكيمياء الحيوية

نموذج لإنتاج الهيدروجين بكفاءة

إنزيمات هيدْروجيناز-[حديد حديد] الفِلِزِّيّة منخرطة في أيْض (استقلاب) الطاقة الميكروبية بمختلف فئات البكتيريا والطحالب، وقادرة على أقصى أداء تحفيزي، من شأنه أن يكون مفيدًا للغاية، إذا تُرجِم إلى وسيلة لإنتاج واستخدام الهيدروجين في خلايا الوقود. وفي هذه الإنزيمات، يحدث الحفز الكيميائي في مركز فريد لثنائي الحديد، يحتوي على جسر من لجين (ليجاند) ثُنائيِّ الثِّيُول، وثلاثة لجائن من أول أكسيد الكربون، واثنين من لجائن السيانيد. وفي هذه الدراسة، أظهر الباحثون أن ثلاثة تخليقات تحاكي مركز ثنائي الحديد هذا يمكن تحميلها على بروتين HydF المسؤول عن إنضاج هيدروجيناز-[حديد حديد]، ثم نقلها إلى المُتَغَايِر الطحلبي apo-HydA1. وقد تحقق التنشيط الكامل للجزء HydA1 فقط مع البروتين الهجين HydF الذي يحتوي على المحاكاة (التقليد) مع جسر ثيولات أزادي azadithiolate، مما يؤكد وجود هذا اللّجين بالموقع النشط لإنزيمات هيدروجيناز-[حديد حديد] المحلية. وهذا هو أول مثال لتنشيط إنزيم معدني محكوم باستخدام مزيج من سقالة بروتينية محددة، ونظائر تخليقية للموقع النشط.

Biomimetic assembly and activation of [FeFe]-hydrogenases

G Berggren *et al*

doi:10.1038/nature12239

لقاحات النانو

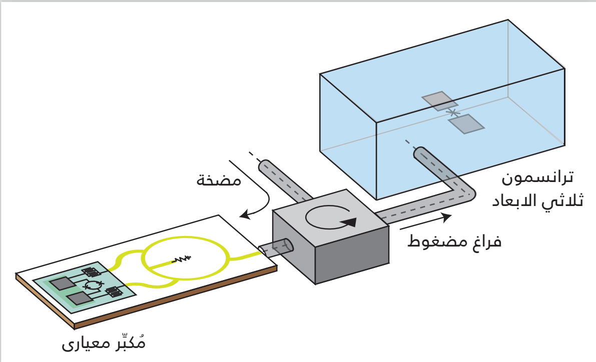
لقاح إنفلونزا من جسيمات نانويّة

إنّفعالية الجيل الحالي من لقاحات الإنفلونزا الموسمية محدودة بفعل الحاجة إلى إنتاج لقاحات جديدة سنويًّا ـ باستخدام تقنيات عتيقة الطراز، وتستغرق وقتًا طويلًا ـ للتغلب على فيروس سريع التطور. وتقدِّم هذه الدراسة نهجًا جديدًا للتطعيم ضد الإنفلونزا باستخدام جسيمات نانوية ذاتية التجميع، أساسها الفِرّيتين ferritin، ومنصهرة في بروتين الهيماجلوتينين (الراصة الدموية) المسؤول عن الارتباط المحلي بالفيروس. وتَبَيَّن أنّ لقاح جزيئات نانو الفرّيتين المندمج بالراصة الدموية يستحث تحييد الأجسام المضادة، ويولِّد مناعة أقوى ضد أنواع فرعية فيروسية متنوعة، مقارنةً بلقاح الإنفلونزا المرخَّص. فمثلًا، حيّدت الأجسام المضادة التي أنتجها لقاح نانو الفيريتين المندمج بالراصة الدموية لعام 1999 فيروساتH1N1 من 1934 إلى 2007، وحمت القوارض من العدوى بفيروس H1N1 لعام 2007.

Self-assembling influenza nanoparticle vaccines elicit broadly neutralizing H1N1 antibodies

M Kanekiyo *et al*

doi:10.1038/nature12202



فيزياء الذَّرّة

ضغط معدل تحلّل ذرة اصطناعيّة

يُحدَّد زمن التحلل الإشعاعي للذرة والتأثيرات الفيزيائية الأخرى عن طريق التذبذبات الفراغية للبيئة الكهرومغناطيسية. وهذه التذبذبات الكمية تضبط أيضًا الحدود الأساسية لحساسية قياسات تلك الظواهر. ويمكن للتشابك بين الفوتونات أن ينتج ترابطات تؤدي إلى اختزال تلك التذبذبات إلى مستوى أدنى من المستوى الفراغي، أو إلى «أطوار مضغوطة». وأشار الباحثون إلى اختزال ثنائي الشق لمعدل التحلل الإشعاعي المستعرض، الخاص بذرة صناعية فائقة التوصيل، مقترنة بفراغ مضغوط متواصل. وتؤكد هذه النتائج أحد تنبؤات فيزياء البصريات الكمية، وينبغي أن تُمكِّن لدراسات جديدة لتفاعلات الضوء مع المادة كَمِّيًّا.

Reduction of the radiative decay of atomic coherence in squeezed vacuum

K Murch *et al*

doi:10.1038/nature12264

الشكل أعلاه | رسم بياني مبسط لتجربة اختزال التحلل الإشعاعي للتماسك الذري في فراغ مضغوط. استخدام مُكبِّر عنصر جوزيفسون البارامتري المُتكِل لتوليد فراغ مضغوط مقترن ببوابة إدخال لترانسمون (كيوبت شحنة فائقة التوصيل) ثلاثي الأبعاد عبر مُوزِّع مع كابلات ذات محور مشترك. تستخدم بوابة أخرى (غير معروضة هنا) لعرض نتائج المعلومات. هذه البوابة مقترنة بشكل ضعيف وله تأثير ضعيف على الاسترخاء.

الجينوميّات

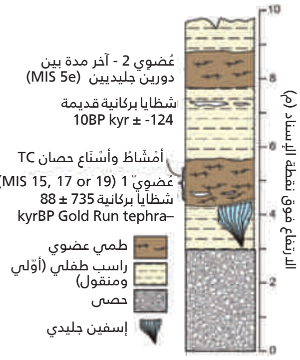
DNA لحصان قديم يؤرِّخ لسلالة إيكويس

تم الحصول على مسودة تتابعات جينومية منخفضة التغطية من عظمة حصان انتُشلت من موقع دائم التجمد بإقليم يوكون، كندا، يتراوح تاريخها بين 560 ألف و780 ألف سنة. وهذا ـ إلى حد بعيد ـ هو أقدم تتابع جينومي تم تحديده حتى الآن. وتمت مقارنة هذه البيانات بتتابعات مسودة جينوم حصان العصر الجليدي (البلستوسين) المتأخر، وخمس من سلالات الخيول المحلية المعاصرة، وحصان بِشِفالسكي Przewalski، وحمار. وتشير الجينوميات المقارنة إلى أن سلالة حصان إيكويس *Equus* ـ التي انحدرت منها كل الخيول المعاصرة، والحُمُر الوحشية، والحمير ـ قد نشأت منذ زمن يتراوح بين 4 و4.5 ملايين سنة، أي أبكر كثيرًا مما كان يُعتقَد سابقًا. ودعمت البيانات الجديدة الزعم بأن سلالة خيول بِشِفالسكي ـ المهددة بالانقراض بموطنها الأصلي في السهوب المنغولية ـ تمثل آخر مجموعة من الخيول البرية الباقية.

Recalibrating *Equus* evolution using the genome sequence of an early Middle Pleistocene horse

L Orlando *et al*

doi:10.1038/nature12323



الوراثة

السيطرة على تغاير بروتيوم الإنسان

رَكَّزتْ الجهودُ الرامية إلى فهم الآليات الكامنة وراء تغاير النمط الظاهري بين الأفراد ـ بشكل رئيس ـ على مستوى الحمض النووي الريبي وتقييد عامل النسخ، وعلى رسم خرائط المواضع الوراثية المسؤولة. إنّ البروتينات أقرب إلى الأنماط الظاهرية من الحمض النووي الريبي، ولكنْ حَلَّلَتْ دراسات قليلة تغاير البروتين على مستوى شامل. وهنا، تم إجراء تحليل واسع النطاق للتغاير في مستويات البروتين بين 95 فردًا، مُنَمَّطين جينيًّا في مشروع «هاب ماب»HapMap ، باستخدام تقنية بروتيومية أساسها قياس الطيف الكتلي، وتم تحديد عدد من مواضع السمات الكمية للبروتينات. ووُجِدَ أنّ أكثر من 5% من البروتينات تختلف بأكثر من مرة ونصف المرّة في مستويات تعبيرها بين مختلف الأفراد. وهذا التغاير ليس مرتبطًا دائمًا بمستويات الحمض النووي الريبي.

Variation and genetic control of protein abundance in humans

L Wu *et al*

doi:10.1038/nature12323

الشكل أعلاه | عظام طولية لحصان من عصر البليستوسين الجليدي الأوسط المبكر: مقطع استراتغْرافي طبقي.

علم الخلية

السيطرة على تجديد الخلية الحمراء ذاتيًّا

رغم التقدم المعتبر الذي تم إحرازه في فهم التجديد الذاتي للخلايا الجذعية الجنينية والخلايا المستحثة مُتَعَدِّدة القدرات (iPS)، فإن المعلوم أقل كثيرًا فيما يتعلق ببروتينات الإشارات بين الخلوية التي تنظم التجديد الذاتي للخلايا الجذعية وخلايا السلف الأصلية في الحيوانات الناضجة. وتحت ظروف الإجهاد ـ مثل فقدان الدم الحاد، أو فقر الدم المزمن ـ تطلق الجلوكوكورتيكويدات glucocorticoids، أو القِشْرانيات السُّكَّرِيّة (فئة من الهرمونات الستيرويدية) التجديد الذاتي لانطلاق الخلايا الحمراء (شبيهة الكريات الحمراء)؛ لتشكيل وحدة أسلاف كريات الدم الحمراء (BFU-E) في الطحال؛ مما يؤدى إلى زيادة انقسامات التجديد الذاتي. ومؤخرًا، حدد هارفي لوديش وزملاؤه بروتين Zfp36l2 المقيد للحمض النووي الريبي كهدف نسخي لمستقبل جلوكوكورتيكويد في وحدات أسلاف كريات الدم الحمراء (BFU-Es)، وتَبَيَّن أنها منخرطة في عملية تَمَدُّد الخلايا الحمراء بعد التعرض للجلوكوكورتيكويدات.

ZFP36L2 is required for self-renewal of early burst-forming unit erythroid progenitors

L Zhang *et al*

doi:10.1038/nature12215

علم الأعصاب

سلوك التغذية يحكمه عصبونان فقط

ما هو الزائد عن الحاجة في الجهاز العصبي؟ سؤال ما زال مطروحًا. ومؤخرًا، حدَّدَ موتوجيرو يوشيهارا وزملاؤه زوجًا من خلايا دماغ ذبابة الفاكهة «دروسوفيلا»، التي يسمونها Fdg، أوعصبونات "التغذية"، ويكفي تنشيطها اصطناعيًا لإحداث روتين حركة التغذية الكاملة للذبابة. وكبح أو استئصال هذين العصبونين فقط يلغي انعكاسات التغذية المستحثة بالسكر، لكن استئصال واحد منهما فقط يؤدي إلى حركات غير متماثلة. ويكشف هذا العمل اختناقًا حادًّا في اقتران نظم الحس والحركة والأيض.

A single pair of interneurons commands the Drosophila feeding motor program

T Flood *et al*

doi:10.1038/nature12208

البدانة/ السرطان

روابط بين النظام الغذائي والسرطان

تربط البيانات الوبائية بين البدانة، والسرطان. وتُظْهِر هذه الدراسة ـ على نموذج إصابة فئران المختبر بسرطان الكبد ـ أن اتباع نظام غذائي غني بالدهون يعزِّز بقوة نشوء الأورام، من خلال إثارة نمط ظاهري إفرازي مرتبط بالشيخوخة (SASP)، وهو نمط ظاهري شّيخوخِيّ ـ حُدِّد مؤخرًا ـ مرتبط بإفراز مختلف عوامل تعزيز الأورام. وتظهر المضادات الحيوية وتدخلات أخرى أن النظام الغذائي الدهني قد بَدَّل تكوين البكتيريا المعوية؛ مما أدى إلى زيادة إنتاج حمض الديُوكْسِي ـ أي منزوع الأكسجين ـ كوليك (DCA)، وهو منتج جانبي لاستقلاب (أيض) الحمض الصَفْراوِيّ الميكروبي، ومعروف أنه يسبب تلف الحمض النووي. ويرى الباحثون أن حمض الديُوكْسِي كوليك (DCA) يعمل مع عوامل أخرى غير معروفة حاليًا، ليستحث الشيخوخة وإفراز مختلف السيتوكينات المرتبطة بالشيخوخة في الخلايا النجمية الكبدية. وتعمل هذه السيتوكينات بدورها على تعزيز تطور سرطان الكبد. وتسلط هذه النتائجُ الضوءَ على الروابط الميكانيكية المركَّبة بين كل من النظام الغذائي، ومِجْهَرِيَّات البُقْعَة، والسرطان، وتقترح مناهج علاجية جديدة.

Obesity-induced gut microbial metabolite promotes liver cancer through senescence secretome

S Yoshimoto *et al*

doi:10.1038/nature12347

البيولوجيا البنيوية

بِنْيَة مبادل كالسيوم الغشاء

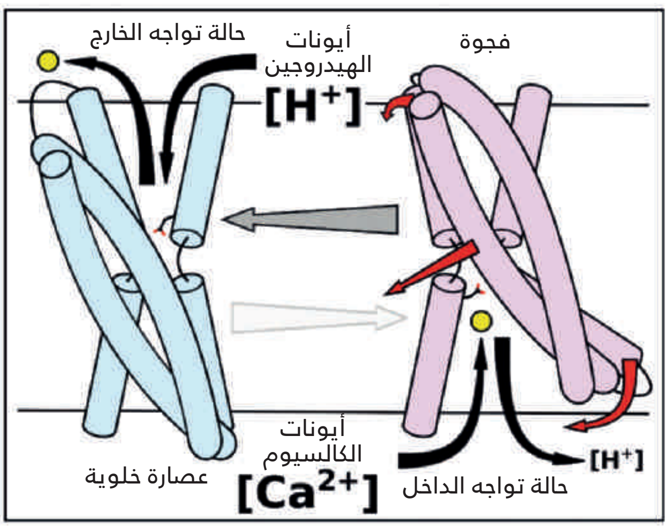
نشر روبرت ستراود وزملاؤه أول بِنْيَة بلورية من الداخل تواجه العصارة الخلوية لمبادل الكالسيوم، وهو عضو عائلة مضاد ناقل أيونات الكالسيوم والهيدروجين (Ca^{2+} / H^{+}) المعروفة بـ«كاكس» CAX من خميرة الخباز. وبناءً على هذه البنية، اقترح الباحثون آلية ييسر بموجبها أعضاء فصيلة CaCA نقل أيونات الكالسيوم Ca^{2+} عبر الأغشية الخلوية. إنّ إطلاق أيونات الكالسيوم Ca^{2+} داخل الخلية ـ والمُخزّنة بالعصارة الخلوية ـ هو محور لعديد من عمليات نقل الإشارة في حقيقيات النوى، وإنّ مضادات ناقل البروتين الغشائي لفصيلة CaCA هي التي تزيل أيونات الكالسيوم Ca^{2+} غير المرغوبة بعد هذه الأحداث.

Structural basis for alternating access of a eukaryotic calcium/proton exchanger

A Waight *et al*

doi:10.1038/nature12233

الشكل أسفله | رسم تخطيطي لدوران مبادل أيونات الفجوة من ايونات الكالسيوم والهيدروجين Ca^{2+} /H^{+} (Vcx1). البنى ملونة بالأرجواني في حالة المواجهة من الداخل، وبالأزرق السماوي في حالة المواجهة من الخارج. يُشار إلى حركة الركيزة المقترحة بالسهام السوداء، ويشار إلى الكالسيوم بالدوائر الصفراء. تُظهر الأسهم الحمراء حركة البروتين في الحالة المواجهة للعصارة الخلوية من Vcx1 (يسار) التي تؤدي إلى الهيئة المواجهة للفجوة على اليمين. يتطلب احتمال العودة إلى الحالة المواجهة للعصارة الخلوية أن يُعكس اتجاه الحركات، ويشار إليها بواسطة السهام الحمراء.



مهن علمية

علم البيئة تقدم حدائق الحيوان فرصة لدراسة القضايا المهمة في مجال التنوع الحيوي **ص. 79**

نقطة تحول مسار ريكاردو بيفيلاكوا في مجال تصميمات المركبات الفضائية **ص. 82**

وظائف نيتشر لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية تابع: **www.naturejobs.com**



RYCCIO/GETTY

تطبيقات الجوال

مؤتمر في متناول يدك

أصبح بمقدور المشاركين في المؤتمرات استخدام بعض التطبيقات بهدف التشبيك والتقليل من متاعب التنقل.

روبرتا كووك

استرعت تغريدة على موقع «تويتر» انتباه جيسيكا بال خلال اجتماع «اتحاد الجيوفيزياء الأمريكي»AGU العام الماضي، حيث تمت إضافة حلقة نقاشية حول محاكمة ستة علماء إيطاليين أدينوا بتهمة القتل غير المتعمد جراء طريقة تعاملهم مع معطيات تفيد احتمال وقوع زلزال أرضي، وذلك قبل فترة قصيرة من وقوع ذلك الزلزال الذي ضرب مدينة لاكويلا عام 2009 مخلفًا 309 قتلى.

وقد قامت بال – طالبة الدكتوراه في مجال الجغرافيا في جامعة بافالو في نيويورك – بإضافة هذه الحلقة إلى جدول تطوافها باستخدام تطبيق الآيباد الخاص باجتماع الاتحاد في سان فرانسيسكو في كاليفورنيا. وخلال الحلقة النقاشية، كتبت بضع تغريدات حول النقاط الأساسية التي طرحها المتحدثون، بما في ذلك أهمية التفريق بين دور الاستشاريين العلميين والسلطات المدنية.

كما التقت بال باحثين جيولوجيين وخبيرًا في التواصل العلمي، حيث تم تنظيم هذا اللقاء بواسطة «تويتر». وقد استخدمت حاسوبها اللوحي لعرض مقاطع فيديو حول القباب الحممية التي تعكف على دراستها، كما أظهرت عليه ملصقًا يحمل رمزًا شريطيًا سريع القراءة مكّن الحاضرين من الوصول إلى تلك المقاطع على الإنترنت عبر هواتفهم الذكية.

لقد قطعت المؤتمرات شوطًا طويلاً في السنوات الأخيرة، فقد كان الحاضرون فيما مضى يعتمدون في تخطيطهم على جداول ورقية بحجم دفتر الهاتف يحملونها معهم في حقائبهم الجرابية ويتواصلون فقط مع من يصادفونه خلال استراحات شرب القهوة.

أما الآن، ومع وجود عدد من تطبيقات الهواتف الذكية والحواسيب اللوحية المتخصصة، صار بوسع المشاركين توسيع نطاق تشبيكهم مع منْ حولهم، والبحث في جداول الاجتماعات واستقبال آخر التحديثات المتعلقة بها، واكتشاف الأنشطة الخافية على الناس، إضافة إلى مشاركة المعلومات وتقديم شروحات أفضل لأعمالهم. وطالما حرص الحضور على عدم قضاء فترة الاجتماع ملتصقين بشاشات أجهزتهم، فبوسع تلك الأدوات الجوالة تسهيل عقد المحادثات الحية عبر الإنترنت، وإثراء الأبحاث وتعبيد الطريق نحو لقاءات شخصية مباشرة.

تتبع الطنين

يتربع موقع «تويتر» على رأس قائمة القنوات الأكثر شعبية للتواصل حول المؤتمرات عبر الإنترنت. فإشارة الهاشتاج الرسمية الخاصة بالحدث كفيلة بإرشاد المستخدمين للوصول إلى الأفراد المنظِمين وأعضاء الحلقات النقاشية والمشاركين الذين بدأوا بإرسال تغريداتهم حول اللقاء. فالتغريدات حول جلسة مقبلة قد تحدد إذا ما كانت تستحق الحضور، كما تسهم التغريدات حول حلقة نقاشية دائرة أو منتهية في إطلاع الناس على أهم نقاط الحوار إن لم يتسنّ لهم الحضور. وبحسب كيلي كروز، باحثة الفلك في هانتر كولدج في نيويورك، «إنها تخلصك من التوتر الذي قد يساورك بسبب رغبتك في التواجد في جميع ◄

◄ الأماكن في وقت واحد». وبإمكان العلماء تتبع كل ما يدور حول ما يلقونه من محاضرات من خلال عمل هاشتاج خاص بجلستهم.

كما يمثل «تويتر» كذلك أداة تشبيك بالغة الأهمية، إذ إنه يساعد الحضور على التواصل مع زملائهم الذين يشتركون معهم في اهتمامات متقاربة. فبوسع مستخدمي «تويتر» دعوة الأفراد المسجلين بالموقع لشرب القهوة أو البحث عنهم باستخدام بطاقات أسمائهم للتمهيد للاجتماع بهم شخصيًّا، بحسب إيميلي جين ماكتافيش عالمة الأحياء التطورية في جامعة كنساس في لورنس. وتكمل إيميلي قائلة: «لقد أحدث ذلك الأمر فرقًا بالغًا بالنسبة لي في اللقاءات التي لم أكن أُعرِّف بها أحدًا». وقد قام جيريمي يودر، اختصاصي علم الوراثة التطورية في جامعة مينيسوتا في سانت بول، باستخدام «تويتر» لترتيب غداء جمع فيه العلماء من السحاقيات والمثليين والمخنثين والمتحولين جنسيًا في المؤتمر المشترك الأول لعلم الأحياء التطوري في أوتاوا العام الفائت. وبالرغم من أن تلك الروابط قد لا تثمر عن فوائد فورية مرتبطة بالعمل، فالمرء لا يدري – بحسب كروز – أيهم يكون عضوًا في لجنة تقديم المنح التي يتقدم لها المرة القادمة أو في لجنة توظيف مستقبلية.



JACQUELINE FAHERTY

«إنها تخلصك من التوتر الذي قد يساورك بسبب رغبتك في التواجد في جميع الأماكن في وقت واحد».
كيلي كروز

ادخرها لوقت لاحق

قد يكتب البعض تفاصيل جلسات المؤتمرات التي يحضرها في شكل تغريدات كوسيلة لأخذ الملاحظات. وتبين هولي بيك، المختصة في علم الوراثة البحرية في جامعة كاليفورنيا في ديفيس، أن ملاحظاتها يغلب عليها الطول والإطناب حين تستخدم تطبيق معالج الكلمات، بينما تجد نفسها مضطرة إلى تجريد أفكارها وتلخيصها عند استخدام «تويتر» بسبب قيد المائة وأربعين حرفًا، كما يمكنها إضافة روابط إنترنت إلى الأوراق البحثية التي تذكرها. وفي وقت لاحق، تستخدم تطبيق «ستوريفاي» Storify (وهو عبارة عن موقع كما أنه تطبيق آيباد) لجمع وأرشفة التغريدات ذات الصلة بصورة يسهل الرجوع إليها لاحقًا.

يساعد التغريد العلماء الذين لا يتمكنون من الحضور على متابعة التطورات المهمة، الأمر الذي تظهر قيمته بشكل خاص خلال اللقاءات المصغرة. فبعض الناس قد يُغرّد لطلب توضيح من بعض الحاضرين خلال عرض ما لفهم شكل معين أو للسؤال عن المعنى المطوّل لكلمة مختصرة بالأحرف الأولى. لكن يبقى على الحضور تأكد أن المؤتمر لا يفرض سياسة معينة تقيد التغريد، كما يتوجب عليهم عدم قطع العرض عن طريق الحديث على الهاتف أو عدم إسكات صفارته أو حتى الطباعة بدون توقف. إضافة إلى ذلك، فعليهم التنبه والامتناع عن وضع انتقادات حادة جدًا للبيانات أو العروض المقدمة، آخذين في الحسبان أن تغريداتهم يمكن للجميع قراءتها على الإنترنت، بما في ذلك المتحدثون في المؤتمر. وفي العموم فإن النقد مقبول، لكن على المستخدمين التزام قدر من اللباقة «رقميًّا»، كما هو الحال عند مواجهة الشخص الذي تنتقده وجهًا لوجه.

يتيح «تويتر» كذلك تواصلاً أكثر فاعلية مع منظمي اللقاءات الذين يستطيعون مد يد العون للإجابة عن أسئلة تتعلق – مثلاً – بأماكن تناول الطعام أو كيفية حل مشاكل الأجهزة المستخدمة. وسيكون ذلك أبعد عن المقاطعة التي ستحصل عند الاضطرار إلى مغادرة قاعة الجلسة للتحدث عبر الهاتف، حيث سيكون السؤال المطروح عبر «تويتر» متاحًا للمنظمين وللحاضرين مما سيزيد احتمال الحصول على إجابة بشكل أسرع. ففي اجتماع عام 2013 «للرابطة الأمريكية لتقدم العلوم» AAAS في بوسطن، ولاية ماساتشوستس، الذي انعقد في شهر فبراير الماضي، استطاع المنظمون الرد على التغريدات المرسلة إليهم على @AAASMeetings خلال دقائق، بحسب تيفاني لوهواتر، مديرة اللقاءات والتواصل الجماهيري في الرابطة في واشنطن العاصمة.

وقد يقود التغريد في المؤتمرات إلى تقدم وظيفي غير متوقع. فقد قامت ماكتافيش في إحدى المرات بالتغريد مُعبرةً عن استيائها لعدم وجود مشارِكات أخريات معها في ورشة عمل حول علوم الحاسوب. وصادف أن كان أحد متابعيها على التويتر بصدد تنظيم ماراثون حاسوبي حول مجال العلاقات التطورية ــــ حيث يلتقي فيه علماء الأحياء والمبرمجون لتطوير أدوات برمجية جديدة. فما كان من هذا المتابع إلا أن قام بدعوتها للحضور فشاركت، وكانت الورقة التي قدمتها بابًا للتعرف على العالِم الذي صار في آخر الأمر مشرفًا عليها في دراستها لمرحلة ما بعد الدكتوراه.

وقد تساعد أدوات الوسائط الاجتماعية الأخرى الحضور في استكشاف الكم الهائل من الجلسات واللقاءات الحوارية خلال أي مؤتمر. حيث تقوم المؤسسات في بعض الأحيان بوضع آخر التحديثات على صفحاتها في الفيسبوك، ولا يكون على المهتمين سوى الاشتراك بتلك الصفحات ليتسنى لهم استقبال معلوماتها على صفحاتهم. ومع انتهاء الاجتماع تكون الفرصة متاحة لاستدامة العلاقات من خلال إرسال طلبات صداقة عبر موقع «فيسبوك» أو شبكة «لينكدإن» الأكثر مهنية.

تخطيط المؤتمر

يتزايد باطراد عدد الحاضرين الذين يعتمدون تطبيقات مخصصة للقاءات بعينها، حيث تختلف الجودة والميزات من تطبيق لآخر، لكن عادة ما تضم تلك التطبيقات خصائص تتيح عرض جدول اللقاء، ملخصات الأبحاث، نبذة عن المتحدثين، مستندات «بي دي إف» وعروض تقديمية يقوم برفعها المتحدثون، خرائط الموقع، لائحة بالمطاعم المتاخمة، وأساليب لأخذ الملاحظات وحفظ معلومات الاتصال. كما أن بعضهم قادر على العمل بدون اتصال بالإنترنت، وهي ميزة رائعة حينما لا تكون «إشارة الإنترنت اللاسلكية» Wi-Fi متاحة خلال المؤتمر، كما تشرح سيلكي فليتشر، وهي أحد مؤسسي شركة «آتيف للبرمجيات» ATIV Software في سانتا روزا في ولاية كاليفورنيا، «أنت لا تود الجلوس هناك في انتظار تحميل الصفحات إلى جهازك»، حيث تقوم الشركة بتطوير تطبيقات تخطيط اللقاءات وحضور المؤتمرات. وقد قدمت تطبيقًا خاصًّا لملتقى جمعية علم الأعصاب عام 2012 في نيوأورلينز في ولاية لويزيانا، والذي حضره ما يقرب من 28 ألف شخص.

ومن الممكن لمنظمي المؤتمرات اعتماد عدة مطورين لتطوير تطبيقاتهم للحصول على عدد من المميزات. حيث يسمح تطبيق شركة «آتيف» المسمى «إيفينت بايلوت» EventPilot بتحميل شرائح العرض بما يعوض رداءة الصورة المعروضة إذا كانت جودة جهاز العرض دون المستوى. كما يمكن للحاضرين تبادل معلومات الاتصال عبر مسح الرمز الشريطي سريع القراءة من شاشات هواتف بعضهم البعض حتى مع غياب الاتصال بالإنترنت.

أما شركة «إيفينت موبي» EventMobi في تورونتو بكندا فتوفر للمتحدثين استخدام ميزة التصويت الحي المباشر من الحضور وعرض النتائج في الزمن الحقيقي. أما شركة «بيزابو» Bizzabo في نيويورك فهي تقدم تطبيقًا يقترح على مستخدمه التواصل مع الحضور من أصحاب الاهتمامات المتشابهة. كما تعكف شركة «بلودهاوند» Bloodhound في سان فرانسيسكو على تطوير ميزة لمعرفة الجلسات التي قام المستخدمون باختيارها واقتراح جلسات أخرى قد تندرج ضمن إطار اهتماماتهم.

بإمكان المستخدمين اللجوء إلى تطبيقات أخرى إن كانت تطبيقات المؤتمر لا تضم المميزات المطلوبة (انظر «تطبيقات مساعدة»)، كما قد تساعد بعض التطبيقات الباحثين في مختبراتهم أيضًا (انظر *Nature* **484**, 553-555; 2012)

لقد تسللت أدوات الإنترنت والأجهزة الجوالة لتشمل

في الطريق
تطبيقات مساعدة

في اللائحة أدناه عدد من التطبيقات المفيدة لمرتادي المؤتمرات:

- تويتر، هوت سويت، إيكوفون (Twitter, HootSuite and Echofon): قراءة التغريدات وإرسالها، متابعة مستخدمين آخرين، والبحث عن هاشتاج.
- نوتابيليتي وآيأنوتيت بي دي إف (Notability and iAnnotate PDF): الطباعة أو الكتابة باليد فوق مستند بي دي إف كجدول المؤتمر. كما توفر بعض التطبيقات خدمة التزامن مع الخدمات السحابية مثل (دروب بوكس Dropbox) و(جوجل درايف Google Drive).
- نوتس، سيمبلنوت، وإيفرنوت (Notes, Simplenote, and Evernote): لأخذ الملاحظات التي يتم مزامنتها عبر جميع الأجهزة الأخرى.
- جودنوتس وبابيروس (GoodNotes and Papyrus): لكتابة الملاحظات باليد أو الرسم بقلم الجهاز.
- ووردكارد موبايل وكامكارد (WorldCard Mobile and CamCard): لعمل مسح ضوئي لبطاقات الأعمال التجارية وإدخال محتوياتها إلى لائحة معلومات الاتصال في الهاتف بشكل تلقائي. وهي تدعم عدة لغات.
- سكان (Scan): للتعامل مع الرموز الشريطية سريعة القراءة لمعاينة المواقع المتعلقة بها. كما تحتفظ بآخر عمليات مسح تم القيام بها.
- ييلب، إيربانسبون، وأوبين تيبول (Yelp, Urbanspoon and OpenTable): للبحث عن المطاعم القريبة وقراءة مراجعات الناس حولها وإجراء الحجوزات.
- إكسبينسيفاي وكونكار (Expensify and Concur): لتصوير الفواتير وإنشاء تقارير تكلفة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

DEBRA HUGHES/SHUTTERSTOCK

اللقاءات ذات الطراز التقليدي لعرض المعلومات. فقد صار بإمكان الباحثين استخدام مواقع إلكترونية مثل «كايوا» Kaywa لتوليد رمز شريطي سريع القراءة لإدراجه ضمن ملصقات المؤتمر. وما على المشاهدين إلا أن يقوموا بمسح الرمز بهواتفهم أو حواسيبهم اللوحية ليتم تحويلهم مباشرة إلى صفحات تضم مقاطع فيديو وروابط إلى الأوراق ومعلومات إضافية.

تفيد التطبيقات أيضًا في الأحاديث التي تحدث عبر الأروقة حيث تستخدم بال برنامج «سكيتش آند بيبر» Skitch and Paper لرسم صور بإصبعها أو بقلم الجهاز لتوضيح المبادئ التي تعتمدها في أبحاث البراكين الخاصة بها، مثل مواضع الينابيع الساخنة أو اتجاه حركة الموائع داخل القبة الحممية. وبوسعها إرسال تلك الصور بالبريد الإلكتروني إلى غيرها أو الاحتفاظ بها كأفكار لتطوير أشكال مفصلة.

أما كارول فين، رئيسة «اتحاد الجيوفيزياء الأمريكي»، فهي تستخدم تطبيق «كينوت» Keynote على جهاز الآيباد لعرض شرائح من محاضراتها، كما تستخدم تطبيق «إيرث أوبزيرفر» EarthObserver لشرح سمات المنطقة التي تعكف على دراستها، مثل الطبوغرافيا. ولمستخدمي الأندرويد، يقدم تطبيقًا «كويك أوفيس برو» QuickOffice Pro و«جوجل إيرث» Google Earth وظائف مشابهة لذلك.

ستتم إضافة المزيد من الميزات التفاعلية ذات الصلة بالمؤتمرات في المستقبل. فـ«اتحاد الجيوفيزياء الأمريكي» يتطلع إلى إضافة نماذج لتجميع النقاط لاستخدامها في مسابقات أوراق الطلبة، حيث يقوم الحضور طواعية بدور التحكيم بين عروض الطلبة خلال جلسات العرض. كما يفكر الاتحاد بإضافة صفحات نقاشية تتيح للناس طرح أسئلتهم للمتحدثين حول الملصقات أو الأحاديث المسجلة التي تم رفعها. وستبدأ شركة «بيزارو» Bizzaro توفير ميزة التصويت هذا العام للمستخدمين المسجلين بما يمكنهم من إبداء رأيهم حول أفضل جلسات المؤتمر.

قد نشاهد يومًا ما تطبيقات خرائط الملتقى الداخلية تحدد مكان مستخدمها وتوجهه نحو مكان الجلسة المُقبلة في جدول تطوافه. كما قد يعمد المنظمون إلى تحويل المؤتمر لما يشبه المسابقة عن طريق توزيع جوائز على الحضور الذين يشهدون بعض النشاطات أو يزورون معارض محددة في مكان المؤتمر.

قد تتخلى بعض الملتقيات عن استخدام الجداول الورقية كليةً. وفي تصريح لـ هانز بيتر جروسارت، أحد المنظمين المشاركين وعالم البيئة الميكروبية في مؤسسة لايبنيتز لإيكولوجيا المياه العذبة والمصايد الداخلية في نيوجلوبسو في ألمانيا، فقد طرحت "رابطة علوم البحيرات والمحيطات" في واكو في ولاية تكساس تطبيقًا للمرة الأولى عام 2013 وقد تستغني عن استخدام الورق تمامًا في بضع سنين. لكن اتحاد الجيوفيزياء الأمريكي والرابطة الأمريكية لتقدم العلوم ما زالا يخططان لاستخدام الجداول الورقية في المستقبل المنظور.

من الواجب على مرتادي المؤتمرات توخي الحذر عند لجوئهم إلى دوامة الأدوات الرقمية، فليس من المقبول تصوير الشرائح المعروضة أو تسجيل المحاضرات دون إذن من المتحدث. كما ينبغي ألا تصرف التغريدات والإخطارات انتباههم عن المناقشات الحية الدائرة أمامهم. تقول ماكتافيش «يود الفرد أن يكون متواجدًا». وتوافقها إيما بوروشوف، مديرة المجتمع في «بيزارو»، قائلة: «لن يكتمل التواصل إذا بقي مقتصرًا على الإنترنت». ■

روبرتا كووك هي كاتبة علمية مستقلة تقطن في سياتل، واشنطن.



علم البيئة

الحفاظ على الأنواع في الأَسْر

تقدم حدائق الحيوان فرصة لدراسة القضايا المهمة في مجال التنوع الحيوي والتواصل مع العامة في ذات الوقت.

أماندا ماسكاريللي

سمعتْ باربرا دورانت عن إدارة الأبحاث التناسلية في حديقة حيوان سان ديجو عندما كانت تحضّر لدرجة الدكتوراه في علم فسيولوجيا التناسل أواخرَ سبعينات القرن الماضي. وتتذكر دورانت قائلة: «راسلت مؤسس تلك الإدارة فوصلني منه خطاب رائع يقول: نعم، نحن بصدد بدء هذا الجهد البحثي الجديد هنا. عندما تنتهين من رسالة الدكتوراه، عاودي التواصل معي». وفي عام 1979 بدأت دراسة ما بعد الدكتوراه لمدة عامين في حديقة الحيوان تلك بكاليفورنيا.

وبينما كانت تبحث عن مشروع ثانٍ عند اقتراب نهاية مدتها، بدأت دورانت في تجميع البويضات الحية والنطف والأجنة من حيوانات نافقة، وخزَّنتها في حديقة الحيوان المجمدة الخاصة بتلك المؤسسة، وهي واحدة من أوائل المجموعات الكبرى لخلايا الحيوانات المحفوظة بالتجميد في العالم. وفي عام 1980، أنشأت «مستودع المصادر الوراثية»، الذي يضم مجموعة من الخلايا التناسلية المجمدة الخاصة بالأنواع المهددة بالانقراض، تعطي صورة عن التنوع الجيني، مما يسمح بإعادة تقديمها للمجموع الجيني. وخلال عملها على ذلك، ساعدت على إطلاق مجال أبحاث المشيج. وبعد انتهاء دراستها بمرحلة ما بعد الدكتوراه في وقت لاحق ذلك العام، عرضت إدارة الحديقة على دورانت منصبا بحثيا دائما. وبكونها الآن مديرة وحدة فسيولوجيا التناسل في «حديقة حيوان سان دييجو الدولية» -وهي المؤسسة المختصة بحفظ الأنواع التي تدير الحديقة- تترأس فريقا يقوم بتخطيط برامج للأبحاث التناسلية للأنواع النادرة والمهددة بالانقراض، بما فيها الباندا العملاقة ووحيد القرن وخيول البرزيوالسكي. وتقول دورانت: «إن المجتمع العلمي الأكبر بدأ يتفهم أهمية التنوع الجيني. وتؤوي حدائق الحيوان القَدْرَ الأكبر من التنوع الجيني، أكثر من أي مكان خارج البيئة الطبيعية».

وفي العقود القليلة الماضية، غيّرت حدائق الحيوانات ومعارض الأحياء المائية حول العالم من نفسها، فهي لم تعد مقصدًا للعائلات، أو مكانًا لمجموعات الحيوانات النادرة والمهددة والمعرضة للانقراض فحسب، بل أصبحت أيضا مؤسسات بحثية تضع البحث العلمي والمحافظة على الأنواع في صميم اهتمامها. فبإمكان حدائق الحيوان إدارة جموع من الحيوانات التي تتضاءل أعدادها في موطنها الأصلي بمعدل كبير، وفي بعض الحالات تستطيع إعادتها إلى البرّيّة. وبالرغم من أن حدائق الحيوان بدأت تتوجه إلى الاهتمام ببرامج الاستيلاد في الأسر، إلا أنها أصبحت تركز كذلك بشكل متزايد على الأبحاث الميدانية، وعلى حماية الأنواع في البرّيّة.

نداء البرّيّة

لا تزال المناصب البحثية التي تتعلق بالحفاظ على الأنواع في حدائق الحيوان ومعارض الأحياء المائية قليلة نسبيا. لكن العديد من العلماء يعُدون تلك الوظائف مرضية للغاية. فالبحث العلمي في هذا المجال قائم على المهام، ويهدف إلى الحل الفوري للمشكلات الفورية، لذا تميل ◄

◀ مؤسسات علوم الحيوان إلى اجتذاب العلماء أصحاب النهج التطبيقي، حسبما توضح أليسون ألبرتس، مديرة قسم الحفظ والأبحاث في «حديقة حيوان سان دييجو الدولية».

وتضيف: «كنت دائما أعتقد أنه سينتهي بي المطاف في البيئة الأكاديمية التقليدية. أنا أقدّر الأبحاث الأكاديمية للغاية، ولكنني أردت أن أفعل شيئا الآن، وقد رأيت أزمة في العالم تحتاج إلى التعامل الفوري معها. فشعرت بأنني لا أمتلك رفاهية الانتظار لأرى هل سيكون بحثي العلمي ملائما بعد 30 عاما من الآن، أريد أن أفعل شيئا اليوم لحل تلك المشكلة المتعلقة بالحفاظ على الأنواع. وقد أتاحت لي حديقة الحيوان الفرصة لعمل ذلك».

ومثلها مثل دورانت، التحقت ألبرتس بحديقة حيوان سان دييجو باحثةً في مرحلة ما بعد الدكتوراه، وانتهى بها المطاف بشق طريقها المهني هناك. وبينما قد تتضمن بعض المناصب في حدائق الحيوان ومعارض الأحياء المائية البحثَ العلمي فقط، قد تتطلب مناصب أخرى التفاعل مع الجمهور والإشراف على فريق العمل والمشروعات. وإلى جانب التنسيق بين جميع المبادرات البحثية الخاصة بحديقة حيوان سان دييجو في مجالات مثل الأعداد المستدامة وعلم الأحياء التعويضي والحفاظ على المواطن الأصلية، تقوم ألبرتس بالمساعدة في جمع التمويل اللازم لجهود حفظ الأنواع التي تنفذها الحديقة. وهي تتوق إلى الأبحاث العمليّة، ولكنها تقول إن كونها جزءًا من مبادرات الحفاظ على الأنواع التي تقوم بها الحديقة يمنحها «نوعًا مختلفًا تمامًا من الرضا».



DISNEY

«أعتقد أنه من السهل استبعاد حدائق الحيوان ومعارض الأحياء المائية بوصفها أماكن يمكنك فيها مزاولة العلوم الحقيقية»
جاكي أوجدن

ولأن حديقة سان دييجو تدير أحد أكبر برامج الحفاظ على الحيوانات في العالم، فإنها توظِّف أكثر من 200 باحث، منهم 12 باحثًا بدرجة الدكتوراه في مجال الحفظ الميداني. كما أن لها مشاريعَ بحثية في 38 دولة، وميزانية سنوية للحفاظ على الأنواع قدرها 15 مليون دولار أمريكي، منها 6 ملايين دولار تحصل عليها من المنح والعقود الحكومية، والباقي يأتي من التبرعات وتشغيل حديقة الحيوان.

وتعد حدائق الحيوان التي توظِّف هذا العدد الكبير من الباحثين نادرة. ولكن كثيرًا منها يتبنى برامج علمية للحفاظ على الطبيعة؛ ومنها: حديقة حيوان كالجاري في كندا، وحديقة الحيوان القومية التابعة لمؤسسة سميثسونيان في واشنطن العاصمة، وحديقة حيوان أنتويرب في بلجيكا، وحديقة حيوان لندن. وبالإضافة إلى المناصب البحثية لحاملي درجة الدكتوراه، قد يجد الباحثون وظائف كفنيين، أو مديرين ميدانيين، أو مديري معامل، أو مدرسين، أو علماء يقودون برامجهم البحثية الخاصة في حديقة الحيوان أو في الطبيعة. ويعمل كثير منهم –ومن بينهم دورانت وألبرتس- أساتذة معيَّنين أو متعاقدين في جامعات قريبة، وهو ما يمكنهم من تعليم الطلاب بشكل مباشر، وصياغة سبل التعاون مع الباحثين الأكاديميين. وفي بعض الأحيان يتم توظيف العلماء حاملي الدكتوراه أمناءَ قيّمين على أحد النطاقات مثل الزواحف أو الطيور.

جميع المخلوقات الكبيرة والصغيرة

بالرغم من أنه في الماضي لم يُنظر إلى حدائق الحيوان بحسبانها مراكزَ بحثية، إلا أن هذا بدأ يتغير. وتقول جاكي أوجدن -نائبة مدير قسم الحيوانات والعلوم والبيئة في حدائق ومنتجعات والت ديزني، الموجود في «مملكة حيوانات ديزني» في أورلاندو بفلوريدا: «في ظل الأوساط الأكاديمية التقليدية، أعتقد أنه من السهل استبعاد حدائق الحيوان ومعارض الأحياء المائية بوصفها أماكن يمكنك فيها مزاولة العلوم الحقيقية».



SAN DIEGO ZOO

باحث من حديقة حيوان سان دييجو في كاليفورنيا يتعقب دب الكوالا في جزيرة سانت بيز بأستراليا.

وتقول «أوجدن»: إن باحثي ديزني شاركوا في إعداد أكثر من 300 مقالة علمية في الأعوام الـ15 الماضية. ويتضمن فريقها 14 من طلبة الدكتوراه، أغلبهم نشطاء بمجال أبحاث حفظ الأنواع، حسبما تقول. وفي أحد المشروعات يراقب الباحثون السلاحف المائية وهي تعشش في ساحل فلوريدا الوسطى، بالتعاون مع الجامعات المحلية وهيئات الحياة البرّيّة في الولاية. وتشير أوجدن إلى أن باحثي ديزني قد ساهموا في إعادة تأهيل أكثر من 350 سلحفاة بحرية على مدار الأعوام العشرين الماضية.

وكذلك نمت معارض الأحياء المائية لتصبح مراكز قوية للحفاظ على الأنواع والبحث العلمي. وتشترك مؤسسة حفظ الأحياء المائية بتينيسي –وهي الذراع البحثية لمعرض الأحياء المائية بتشاتانوجا- في جهود التعويض وإعادة إدخال نوعين من الأسماك المعرضة للخطر إلى مجرى نهر تينيسي؛ هما: سمكة حفش البحيرات، وسمكة تراوت الجداول المرقط في جنوب الأبالاش. وتقول آنا جورج -مديرة المؤسسة وكبيرة الباحثين-: إن وظيفتها تمنحها الفرصة لتفعيل مبادئ الحفاظ على الأنواع. ولأنها تحمل درجة الدكتوراه في علم وراثة الحفاظ على الأنواع التي تعيش في المياه العذبة، فإن لديها فهمًا عميقًا للتنوع الجيني القائم على العمل الميداني. وتتيح لها وظيفتها تطبيق هذه المعرفة في الوقت الذي تتعاون فيه مع آخرين لديهم خبرات في تربية الأسماك في الأسر. وتضيف: «بإمكاننا التأكد من أننا بالفعل نستعيد أنواعا لديها المقدرة على التكيّف، وليس مجرد وضع أفراد في نهر».

جولة مع الحيوانات

بعدما أصبحت حدائق الحيوان ومعارض الأحياء المائية تتوجه أكثر نحو الحفاظ على الأنواع، بدأت أبحاثها العلمية تركز بشكل متزايد على الحيوانات في مواطنها الأصلية. ونتيجةً لذلك، بدأت فرص الباحثين في العمل الميداني مع النباتات والحيوانات تتزايد، حسبما يشير رون سويسجود، مدير علم البيئة الحيواني التطبيقي في مؤسسة حديقة حيوان سان دييجو لأبحاث حفظ الأنواع. ويضيف: «إن حدائق الحيوان في طور عملية إعادة ابتكار أنفسها. لا ينظر الناس إلى علم البيئة النباتي بوصفه برنامجا بحثيا لحدائق الحيوان. لكنه كذلك».

ويعتقد سويسجود وغيره أن وظائفَ كهذه التي تتضمن البحث الميداني سوف تستمر في الازدياد مع تزايد تركيز حدائق الحيوان على حفظ الأنواع، مجتذبةً الموارد من التبرعات والمنح الخارجية من الهيئات التنظيمية على المستوى المحلي والولايات وعلى المستوى الفدرالي. في 2011، أنفقت المؤسسات المعتمدة من قِبَل الجمعية الأمريكية لحدائق الحيوان ومعارض الأحياء المائية في سيلفر سبرينج بماريلاند، 160 مليون دولار أمريكي على 2670 من البحوث العلميّة ومشاريع المحميات في أكثر من 100 دولة، مرتفعًا بذلك فوق مبلغ 134 مليون دولار أمريكي الذي أُنفِقَ في 2010، وفقًا لأحدث تقرير سنوي للجمعية عن علم الحفاظ على الأنواع.

في عام 2009، قدّرت «الجمعية الأوروبية لحدائق الحيوان ومعارض الأحياء المائية» EAZA، ومقرها في أمستردام، أنها تنفق سنويا 30 مليون يورو (39 مليون دولار أمريكي) على رواتب الموظفين وتكاليف الأبحاث الحيوانية. كما أفادت بأن ما بين 1400 و1500 شخص يُجرون -أو يُسَهِّلون إجراء- الأبحاث العلمية كجزء من وظائفهم في حدائق الحيوانات ومتاحف الأحياء المائية في أوروبا. وفي يوليو هذا العام، أطلقت الجمعية نشرتها الإلكترونية مفتوحة الوصول، باسم «نشرة أبحاث حدائق الحيوان والأحياء المائية»؛ لمنح العلوم المهتمة بالحيوان مزيدًا من المنافذ الإعلامية.

وتختلف الأبحاث العلمية التي تُجرى في حدائق الحيوانات بشكل ما عن الأبحاث الميدانية، حسبما ترى ليزلي ديكي، المديرة التنفيذية لـ«الجمعية الأوروبية لحدائق الحيوان ومعارض الأحياء المائية». فعلى سبيل المثال، تشرح ليزلي أن الأبحاث في حدائق الحيوانات بإمكانها التركيز على سلوك الحيوانات الذي لا يمكن رؤيته في البرّيّة؛ لصعوبة مراقبتها هناك. ولكن إذا كان البحث يركز على نوع مهدد بشدة، فإن حجم العينة الخاضعة للدراسة -سواء في البرّيّة أو في الأسر- يكون في الغالب صغيرًا جدًّا، وهو ما يجعل الحديقة تعمل بقدر كبير من التشابه مع ظروف «العالم الحقيقي»، وتصبح أبحاثها أعلى قيمة. وتقول ديكي: «أعتقد أنه كلما تضاغطت البرّيّة أكثر فأكثر، فإن بعض الأمور التي تتعلمها عن إدارة الأعداد الصغيرة في حدائق الحيوان سوف تكون قابلة للتطبيق في البرّيّة».

البشر والحيوانات الأخرى

هناك مجموعة كبيرة من المهارات بإمكانها أن تفتح فرصا للعمل في حدائق الحيوان ومعارض الأحياء المائية. وتظل الأبحاث الأساسية في مجالات مثل سلوك الحيوانات أو بيولوجيا التناسل مهمة، حسبما تؤكد دورانت، كما أن التدرُّب في مجال

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الوراثة وأمراض الحياة البرية وتعلُّم حفظ الأنواع له قيمته كذلك. وتشير إلى أنه ليس من الضروري أن تكونَ قد عملت في السابق مع حيوانات غريبة أو في حديقة حيوان، بل يكفي التدرُّب في الجامعات على الأبحاث الأساسية لأنواع مثالية من الكائنات. وتضيف: «احصل على أكبر قدر ممكن من التأسيس القوي المتماسك الذي يمكنك أن تطبقه في مجال حفظ الأنواع».

لكن اكتساب بعض الخبرة من العمل في حديقة حيوان أو في معرض أحياء مائية –حتى لو كان تطوعيا- يسهم في تسهيل الانتقال لهذه الوظيفة. فبينما كانت آنا تدرس للحصول على درجة الدكتوراه في جامعة سانت لويس في ميسوري، بدأت تعمل في القسم التعليمي بحديقة حيوان سانت لويس، حيث أدارت البرامج التعليمية اليومية، وكذلك الخاصة بالمخيمات الصيفية. وهذه الخبرة كانت مفتاحا رئيسيا لتعيينها في معرض الأحياء المائية في تينيسي. وتقول آنا: «كانوا يعلمون أني بالفعل أفهم ثقافة حدائق الحيوان ومعارض الأحياء المائية وأهدافها، فالتعليم غير الرسمي للعلوم جزء من ذلك. لذلك؛ حتى إذا كان هذا الجهد تطوعيا، أو خَدَميًّا كالحراسة، فإن تلك الخطوة الأولى باتجاه هذه الوظيفة تسهل كثيرا حصولك عليها فيما بعد».

ويستحسن أن يقوم العلماء المهتمون بالعمل في حدائق الحيوان بإضافة مهارات أخرى مرتبطة بالحفاظ على الأنواع إلى فترة التدريب. وقد يفيد في ذلك تلقِّي بعض المحاضرات في إدارة المؤسسات غير الربحية ومهارات جمع التمويل. وتنصح آنا بأن يتعود الباحثون على توعية الجمهور والتواصل معهم، بما في ذلك فن إطْلاع المتبرعين على أبحاثهم.

ويضيف جون فريزر -الاختصاصي النفسي في مجال الحفاظ على الأنواع، والذي يترأس منظمة «نيو نوليدج»، وهي مؤسسة تحليلية متخصصة في العلوم والاجتماعيات مقرها نيويورك- : «نحتاج إلى أشخاص من المرونة بما يكفي للتحرك بين الغابات وحدائق الحيوان». ويقول موضحا: «إنها المقدرة على وضع قدم في كل مجال منها، بما يعطيهم النفوذ الذي يمتلكه عالِم الأحياء العامل في الغابات، وحرية الوصول التي يمتلكها عالِم الأحياء العامل في حديقة الحيوان». ويقترح فريزر أن يحصل هؤلاء العلماء على درجة علمية في بيولوجيا الغابات مع تخصص ثانوي في التنظيم المجتمعي أو علم النفس التنظيمي أو التوعية الدفاعية (عن البيئة).

وبغض النظر عن المسار الأكاديمي، تعد القدرة على التفاعل مع الناس –وليس فقط الحيوانات- متطلَّبًا حتميًّا. وتقول آنا: «إن التوعية التي أمارسها تتنوع، من طلاب المدارس الابتدائية إلى السياسيين والصحفيين، وكل ما بين ذلك». وتضيف: «كلٌّ له برنامجه. عليك أن تتعود على المرونة». وترى راتشل لوري -مديرة قسم «علوم وحفظ الحياة البرية» في حدائق حيوان فيكتوريا في ملبورن بأستراليا- أن أكثر خبراتها عمقا تأتي من التعامل مع الجمهور والمساعدة في التأثير على سلوك الناس. قائلة: «إن حدائق الحيوان –حقا- مؤسسات قوية لحفظ الأنواع؛ لأن لها مقدرة هائلة على الوصول إلى الناس، ولأنها مؤتمنة على رعاية هذه الحيوانات الرائعة. فأن تكون واقفا ووراءك قردة إنسان الغاب (أورانج أوتان) بينما تتحدث إلى الجمهور، ثم تقول: مَنْ هنا يتعهد بأن يشتري فقط زيت النخيل المعتمد بالاستدامة؟ فيرفع قرد من إنسان الغاب يده! إنه أمر يحرك المشاعر, وكل من يقف أمام هذا القرد ممن تفاعل معه عاطفيا يرفع يده فجأة ويقول: نعم، لا أريد أن ينقرض هذا النوع من الحيوانات بسبب اختياراتي من الطعام. إنه لدور شديد التأثير حقا». ■

أماندا ماسكاريللي: كاتبة حرة من دنفر بكولورادو.

CLAIRE WELSH/NATURE

عمود

علوم على جانب الطريق

أحيانًا تحدث أفضل توعية عندما يصادف عموم الناس أمورًا بحثيةً يجهلونها..

كارولين بينز



في الوقت الذي يتناقص فيه التمويل الحكومي للعلوم، ويتزايد فيه ريب العامة في جدواها؛ يعمل العلماء بجد من أجل إيجاد طرق فعالة لشرح أبحاثهم للآخرين.

ورغم كون وسائل التواصل الاجتماعي والمجلات والمتاحف ومراكز الطبيعة، وسائلَ هامةً لتقريب العلوم إلى العامة- فإنني أخشى أنها تجتذب الذين يقدِّرون بالفعل الأبحاث العلمية فقط، لكن كيف يمكننا أن نصل إلى أولائك المعارضين أو غير المبالين؟

ولأنّي أهتم حقًّا بهذا الشأن، فأنا آخذ وظيفتي- عالِمةً أعمل على جانب الطريق- على محمل الجد.

أدرس أحد النباتات الغازية في شمال شرق الولايات المتحدة، فأجد نفسي أعمل على طول الطرقات التي تساعد على انتشارها. أنتعل حذاءً أحمرَ مضادًّا للماء، وسترة عاكسة، وحقيبة خصر عدَّلتها لتصير حزامًا للأدوات، وقبعة بيسبول يتدلى منها شِباكٌ مانعة للبعوض. يبدو مظهري- دعنا نقل- غريبًا. وغالبًا ما يتوقف راكبو الدراجات والمشاة والسائقون ليسألوني ما هذا الذي أفعله؟!

في لوبيك بولاية مين، أوقف كهربائي سيارته جانبًا وأتى إليّ ليتفقد عملي. أشرت إلى نَبْتَتَيّ المجزاعة الأصلية والغازية التي أدرسها (jewelweeds)، ثم أريته النّبْتات التي كنت أضعها في أوراق الصحف. كانت ألوان أوراق العينات التي أحملها تشبه ألوان أوراق المجزاعة الأصلية، لكن شكلها كان يشبه شكل الأنواع الغازية؛ ما يشير إلى أن تلك العينات هجينة. وقد جعلني ذلك أفكر: هل تغزو المجزاعة الغازية الجينوم الخاص بالأصلية لا المساحات الخاصة بها فقط؟. تعجب الكهربائي من كون هذا هو شكل العلم: امرأة تقف على جانب الطريق تجمع نباتات في أوراق الصحف.

وفي كامدن بمين، سألني أحد الجيران حول الأكياس الشبكية التي كنت أضعها على الثمار الناشئة لنبات المجزاعة الأصلي. شرحت له أنني أحتاج إلى بذور من الأنواع الأصلية التي تعيش في أماكن مع النباتات الغازية وأخرى تعيش بدونها. بإمكاني أن أزرع تلك البذور في صوبات لمقارنتها بالنباتات الغازية؛ من أجل اختبار النبتات الأصلية التي نشأت في مجتمعات بها نباتات غازية؛ أتعيش أفضل من تلك التي نشأت بمجتمعات ليس بها نباتات غازية؟. انبهر الجار بمعرفة أن عملية التطور قد تحدث في شارعه، وأنه أمر يمكن قياسه حقيقةً.

في بعض الأحيان، أشعر بالرغبة في طرد المارَّة الفضوليين؛ فعندما يوشك موسم الحقل على الانتهاء، يبدو لي أي تشتيت خلال عملي قد يتسبب في فقدان كمٍّ من البيانات كافٍ لإفساد تجربة علمية، لكنني تبصَّرت أمورًا هامةً بتفاعلي مع الناس. قالت لي امرأة مسنة في كامدن، بعد أن أرتني مكتبة الأطفال المحلية؛ إنها تتذكر رؤية الزهور الأرجوانية للمجزاعة الغازية في الحي الذي تعيش فيه، منذ فترة تصل إلى 50 عامًا.

بيَّن لي هذا أن المجزاعة الأصلية كان لديها على الأقل نصف قرن لتتطوَّر استجابةً للغزو. وفي المقابل، أخبرتها أن ذلك النبات الذي تتأمله من نافذة غرفة نومها جاء من الهند أصلاً.

لا يمكث كل من يقف لسؤالي عما أفعل، وقتًا كافيًا لسماع جوابي؛ بعضهم يبتعد تمامًا بمجرد ذكر العلوم، وهناك آخرون يكونون مشغولين جدًّا بحيث لا يمكنهم الحديث، لكن إذا تمكنت من شرح أبحاثي بوضوحٍ كافٍ فهناك كثير من المارة يرغبون في سماع المزيد.

بحكم حالي عالِمةً على جانب الطريق، لديَّ فرصة للحديث مع أناسٍ بدون الحاجة إلى أن أدفعهم إلى زيارة مدونة علمية أو متحف؛ فالذين لا يسعون بتاتًا إلى المناقشات العلمية يأتون إليّ غير مدركين أننا على وشك أن نتحدث عن الأنواع الغازية والتطور وعن الإحساس بأن تكون عالم أحياء في الحقل. وأنا أستقبلهم بدون أن أعلم أيقبلون فكرة التطور، ولا أعلم أيكون تسويق العلوم أمرًا شاقًّا. أقدِّم لهم شرحًا لعملي وهم يقدِّمون لي فرصة لأكسب تأييدهم العلومَ.

وتمامًا، كما تدرك حملاتُ الدعايةُ السياسية الناجحة أن طرق الأبواب يأتي بالناس إلى صناديق الاقتراع؛ أعتقد أن التواصل المرتجل وجهًا لوجه يأتي بالناس إلى تقدير العلوم. وبطريقة ما، نصبح كلنا علماء على جانب الطريق، في كل مرة نشرح أبحاثنا العلمية لغرباء في حانة أو لأقاربنا في حفلة عائلية. أنا محظوظة للغاية لامتلاكي فرصة إطلاع الناس على كيفية تطبيق العلوم في الشوارع التي يعيشون فيها، لا فرصة الحديث عنها فقط. ■

كارولين بينز طالبة دراسات عليا بعلم الأحياء بجامعة فيرجينيا في تشارلوتسفيل.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مهن علمية

نـقـطـة تحـــوُّل
ريكاردو بيفيلاكوا

في منتصف مشواره للحصول على درجة الدكتوراه، غادر ريكاردو بيفيلاكوا إيطاليا متوجهًا إلى الولايات المتحدة من أجل متابعة شغفه بتصميم المركبات الفضائية. وحصل هذا الربيع على منحة الباحثين الشباب لمدة ثلاثة أعوام، من «المكتب الأمريكي للبحوث البحرية» من أجل تصميم قمر صناعي ذي مدار أرضي منخفض بإمكانه التنبؤ بالطقس الفضائي.

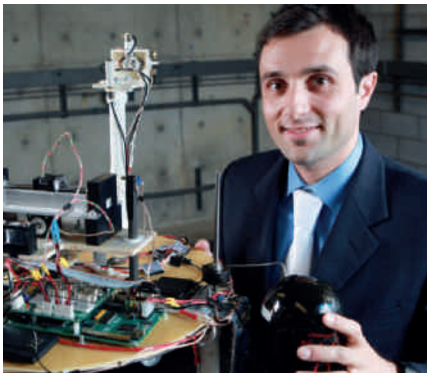
كيف تابعت في بادئ الأمر اهتمامك بالمركبات الفضائية؟
أنهيت درجة علمية استغرقت خمس سنوات laurea –وهي درجة مماثلة للماجستير- في الهندسة الفضائية بجامعة روما في عام 2002. وعملت في أطروحتي على دراسة طرق للتحكم في توجيه المركبات الفضائية. ثم عملت لمدة عام في إسبانيا على تطوير برمجيات للأقمار الاصطناعية، وأدركت أنني أريد التركيز على البحث العلمي. عدت إلى روما من أجل الحصول على درجة الدكتوراه، ثم قادتني مغامرتي البحثية إلى الولايات المتحدة.

كيف حدث ذلك؟
في بعض الأحيان، عليك أن تكون في المكان المناسب في الوقت المناسب. كنت في مؤتمر حيث كان مارشيلو رومانو، من كلية الدراسات العليا البحرية الأمريكية في مونتراي بكاليفورنيا، يشرح تقنيات بإمكانها تقديم عمليات محاكاة كنت قد تدربت عليها خلال حصولي على درجة الماجستير. وحيث يدعم النظام الجامعي في إيطاليا طلاب الدكتوراه لفترة تصل إلى 18 شهرًا في الخارج. فقد كان رومانو سعيدًا باستضافتي. وفي مختبره، عملت على الوصول إلى الاستفادة المثلى من استخدام الوقود وتحسين توقيت عمليات المركبات الفضائية، مثل إرساء مكوك فضائي في المحطة الفضائية الدولية. وواصلت العمل في مختبره لأبحاث ما بعد الدكتوراه لمدة ثلاث سنوات.

صف لنا بحثك عن العمل
منذ بداية مرحلة ما بعد الدكتوراه، تقدمت بطلبات إلى 20 وظيفة على الأقل، لكنني لم أحصل على مقابلة عمل إلا قبل انتهاء الفترة بتسعة أشهر فقط. وفجأة، كان هذا هو الوقت المناسب في سوق العمل، فحصلت على خمس مقابلات عملٍ خلال شهر واحد.

انتهى بك المطاف في مؤسسة «رنسيلير للعلوم التطبيقية».. كيف كان الوضع هناك؟
بعد قضاء وقت طويل في كاليفورنيا، لم أتوقع أن ينتهي بي الأمر في تروي بنيويورك. لكنني أيضًا لم أكن أتوقع أن تكون مؤسسة «رنسيلير» على هذا القدر من الدعم فيما يتعلق بتمويل الانطلاق. وقد كان هذا التمويل هامًّا جدًّا من أجل إنشاء مختبري وتوظيف طلاب وإقامة روابط التواصل الضرورية.

هل لديك خطط للعودة إلى إيطاليا؟
كان أصعب قرار اتخذته هو أن أغادر بلدي. كنت أتلقى اتصالات هاتفية لإجراء مقابلات مع شركات إيطالية في الوقت الذي كنت فيه أقْبَلُ بمنصب باحث ما بعد الدكتوراه. وكانت هذه نقطة تحول في حياتي؛ فإيطاليا بها أسوأ الأوضاع البحثية



في أوروبا، وقد أدركت أنني لن أعود إليها لمدة طويلة. وبالنسبة إليَّ، كان القرار الصحيح هو أن آتي إلى الولايات المتحدة؛ فقد تواكبت نشأتي مع إطلاق المكوك وكل تلك الأمور الرائعة التي قامت بها تلك البلاد في علم الفضاء. وبالحصول على الدعم من وكالات التمويل ومن مؤسسة «رنسيلير»، فإن اهتماماتي البحثية تتحقق أهدافها هنا بشكل أفضل.

ماذا تعني تلك الجائزة بالنسبة إلى مسارك المهني؟
إن جائزة «المكتب الأمريكي للبحوث البحرية» التي تبلغ قيمتها 510 آلاف دولار أمريكي؛ تساعدني على تمويل عملي في بناء مركبات فضائية صغيرة بإمكانها قياس المتغيرات في المدارات الأرضية المنخفضة. والعام الماضي، تلقيت منحة الباحثين الشباب، التي بلغت قيمتها 334 ألف دولار أمريكي، من مكتب القوات الجوية الأمريكية للأبحاث العلمية، من أجل دعم عملي الرامي إلى إثبات أنه بالإمكان استخدام الغلاف الجوي في التحكم بمركبات الفضاء الصغيرة بدون طاقة دافعة.
وقد ساعدتني تلك المنحة على الحصول على جائزة «المكتب الأمريكي للبحوث البحرية». إن أهم ما يميز هذه المنح ليس المبلغ الذي تقدمه، بل وضوحها؛ فالناس تعرف ما تقومَ به. وهذا يؤدي إلى إنشاء مزيد من المشروعات البحثية التي تتفرع من البحث الأصلي.

هل أثر خفض الإنفاق الحكومي الأمريكي في أهدافك البحثية؟
أتوقع خفضًا للمنح الحالية، لكنني لا أعرف بأي قدر. يعمل لديَّ أربعة من طلاب الدراسات العليا، وأحب أن أوظف المزيد، لكن في ظل الظروف التمويلية الحالية، لست واثقًا متى سيكون بإمكاني توسيع مختبري. لكن، أبحاثي تظل جذّابة. وجزء من السبب في ذلك يعود إلى كوننا نصمم مركبات فضائية صغيرة ورخيصة بإمكانها القيام بالعلوم بتكلفة مخفَّضة.

من أين يأتيك الإلهام؟
يمكن أن يأتي الإلهام من أي مكان. ذات مرة أراني طالب جامعي تصميمات الأوريجامي التي ينفذها، وتساءل: كيف يمكن تطبيقها في أبحاثي؟. وبعد أن فكرت مليًّا في الأمر، أدركت أن بإمكاننا استخدام طُرق الثني تلك في تطوير شراع للتحكم في مركباتنا الفضائية. ■

أجرت المقابلة فيرجينيا جوين

طب

إنهاك اختصاصيّي الأورام

بالرغم من أن 83% من اختصاصيِّي الأورام يفيدون برضاهم عن مهنتهم، إلا أن 45% منهم يتعرضون لإرهاق نفسي، أو أعراض أخرى للإنهاك، حسبما تقول دراسة عُرضت في الثاني من يونيو الماضي في اجتماع «الجمعية الأمريكية لعلم الأورام الإكلينيكي» في شيكاجو بإلينوي. وأظهر المسح ـ الذي أُجري في عامي 2012 و2013 لحوالي 1500 اختصاصي أورام ـ ارتباطًا بين الإرهاق وكثرة أعداد المرضى. يقول الكاتب الرئيس للتقرير، تايت شانافيلت ـ اختصاصي أمراض الدم والأورام في عيادة مايو في روتشستر بمينيسوتا ـ إن اختصاصيِّي الأورام باتوا يقضون وقتًا أطول مع المرضى، ووقتًا أقل في الأبحاث، مقارنةً بما كان في الماضي. ويضيف قائلًا إنّ اختصاصيّي الأورام الأكاديميين في بداية سجلهم المهني عليهم أنْ يحتفظوا بجزء من أوقاتهم للبحث.

أوروبا

خفض تمويل الجامعات

تراجع التمويل الحكومي للجامعات في بعض البلدان الأوروبية بحدة منذ عام 2008 وحتى 2012، نتيجة الركود العالمي، وهو ما أضعف القدرات البحثية وتسبب في مخاطر تتمثل في «هجرة العقول»، حسبما أفاد تقرير أصدرته «رابطة الجامعات الأوروبية» في 10 يونيو الماضي.
ومن بين 20 دولة خضعت للدراسة، هناك 13 دولة انخفض فيها تمويل الجامعات في 2012 عن 2008. جاء أكبر الانخفاضات في اليونان وأيرلندا ولتوانيا والمجر. يقول توماس إيسترمان رئيس وحدة الحكم والذاتية والتمويل في الرابطة: «التوقعات قاتمة. إذا استمرت هذه التوجهات فسيصبح الأمر أصعب بالنسبة إلى الباحثين الذين يبحثون عن مكان يبدؤون فيه مسارهم المهني».

اجتماعات

المساعدة في التكاليف

علماء الفلك الذين لا يزالون في بدايات مسارهم الوظيفي، والذين يحتاجون إلى دعم مالي للأطفال أو المعالين، من أجل حضور الاجتماع السنوي لقسم علوم الكواكب في الجمعية الفلكية الأمريكية- ومقرها واشنطن دي سي- بإمكانهم التقدم بطلب للحصول على منحة قيمتها 250 دولارًا أمريكيًّا من قسم علوم الكواكب. وقد أنشأ القسمُ «صندوقَ سوزان نيبور للتنمية المهنية» من أجل تقديم الدعم للأعضاء المستحقين، ومنهم طلاب الدراسات العليا وطلاب ما بعد الدكتوراه.
أطلق القسمُ الصندوقَ بمبلغ 2500 دولار، ويسعى إلى الحصول على مساهمات من أعضائه ومن مجتمع علم الفلك. ويُعقَد الاجتماع هذا العام في شهر أكتوبر بمدينة دينفر بكولورادو.
وبإمكان أعضاء مجلس الأكاديمية ترشيح باحثين في المجال الصناعي.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مسرد المصطلحات العلمية

Fermions
الفيرميونات: جسيمات ذَرِّيَّة ضئيلة، أخذت اسمها من اسم أحد مكتشفيها (إنريكو فيرمي)

Minoans
المينويون: شعب عاش في جزيرة كريت اليونانية في القرن 27 إلى القرن 15 قبل الميلاد

Silicene
السيليسين: رقائق سيليكون تشبه الجرافين بسمك ذرة واحدة



Painted lady butterflies
فراشات السيدة الجميلة

PHOTODISC

A

ABC method = alum, blood, clay method	طَرِيقَةُ الشَبِّ و الدَّمِ والغَضار
Ablation	استئصال
Actinobacteria	أكتينوبكتيريا/الشعاويات- بكتيريا شبيهة بالفطر
Active shuttering	الغَلْق النَّشِط
Adaptive biotechnologies	التقنيّات الحيوية التَّكَيُّفِيَّة
Adenovirus early region 1A (E1A)	جين نسخ الفيروس الغُدِّي E1A
Agroecosystem	النظام البيئي الزراعي
Allosteric interactions	المتغايرة
Altmetrics	المقاييس البديلة
American green tree frog (Hyla cinerea)	ضفدع الشجر الأخضر الأمريكي
Anaglyph	الأسلوب التجسيمي
Analogue	نظير
Antiferromagnet	مغناطيس حديدي مضاد
Antiport	تَبادل مُتَعَاكِس (آلية تبادل مركبين عبر الغشاء باتجاهين متضادين)
Apolipoprotein	بروتينات ربط السلاسل الدهنية
Atmospheric science	عِلْم الغلاف الجوي
Atomic collapse	ظاهرة «الانهيار الذري»: إلكترونات ذرات ثقيلة تندفع لولبيًا لداخل النواة ثم تبتعد
Atomic resolution	الاستبانة الذرية
Autostereoscopic multiview 3D display	آلة العرض ثلاثية الأبعاد متعدِّدة المناظر، ذات التجسيم الآلي
Avian syrinx	مِصْفَار الطيور

B

Bacterial virus (bacteriophage)	فَيْرُوسٌ بكتيري (عاثِيَة)
Bacteriotherapy	العلاج البكتيري
Behavioural neuroscience	علم الأعصاب السلوكي
Biodefence	الدفاع البيولوجي
Bioethicist	عالم الاخلاقيات الحيوية
Biofortification	التحسين البيولوجي
Biogeochemical	البيوجيوكيميائية
Biohancers	المطوِّرات الحيوية
Bioinformatics	المعلومات البيولوجية (الحيوية)
Biome	حيوم/ جينوم مجموعة كائنات حية
Bioterrorism	الإرهاب البيولوجي
Bipotent	ثنائي الفاعلية
Bistability	أستقرار ثنائي (بكتيريا)
Blocking drug	عقار مانع
Blood fluke	الدُّودَةُ المُثقوبَةُ الدَّمَوِيَّة (البلهارسيَّا)
Bose–Einstein condensate	مكثفات بوز-أينشتاين
Boson	البوزون: جسيم تحت ذَرِّي، عزمه الزاوي يساوي صفرًا، أو عددًا صحيحًا، وهو المسؤول عن اكتساب المادة لكتلتها.
Bovine BeadChip	شريحة بَقَرِيَّة عالية الكثافة
Brain haemorrhage	نَزْف دماغي
Brain stress signal	إشارة الإجهاد الدماغي
Broken DNA	جزيء الحمض النووي المقطوع
Bumblebees	النحل الطنّان

C

Cell lineage	سلالة الخلية
Cell signalling	تأشير الخلية
Centriole	سنتريول، كرية مركزية
Chemokine	الكيموكينات
Chest retractor	ضامّ صدري
Ciliates	المُهَدَّبات
Ciliomics	دراسة نتوءات متلوية شبه هدبية ببعض الخلايا
Circadiomics	سِركاديأوميات/منظومة جينات الساعة البيولوجية
CITES	اتفاقية التجارة الدوليّة المتعلقة بالأنواع المهدَّدة بالانقراض من الحيوانات والنباتات البرية «سايتس»
Climate science	عِلْم المناخ
Clinical psychologist	اختصاصي علم النفس الإكلينيكي
Clinical research	أبحاث إكلينيكية
Clone	نَسيلَة
Clonogenic	مُوَلِّدُ النَّسائِل
Clostridium difficile	كلوستريديم ديفسيل - بكتيريا المطثية العسيرة
Coactivator	بروتين مرافِق المنشِّط
Colony collapse disorder	عرض انهيار مستعمرة النحل
Colony-stimulating factor	العامِل المُنَبِّه للمُسْتَعْمَرات
Colorectal	قولونيٌّ مُسْتقيمِيّ
Comparative genomics	علم الجينوم المقارن
Competing endogenous RNAs	الحمض النووي الريبوزي الفطري المتنافِس

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

Complex optical switching	تبديل بصري مركَّب
Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act	قانون الاستجابة البيئية والتعويض والمسؤولية
Compulsive drug-seeking behaviors	السلوك القهري في السعي للحصول على المخدرات
Computational biology	الأحياء الحوسبية
Concatenation analysis	تحليل ارتباط السلاسل
Confocal imaging	التصوير متشارك البؤرة
Conserved domain	قطاع محفوظ
Control experiment	التجربة الضابطة
Cosmogenic	منشأة من الأشعة الكونية
CP (Charge parity) violation	خرق زوجية الشحنة
Cress	نبات الرشاد
Cross-infection	انتقال العدوى
Cross-protection	حماية استباقية
Cross-reactive	تفاعل مُتصالب
Crowd-funding	تمويل جماعي
Crystalline silver	الفضة البلّورية
Cytoskeleton	الهيكل الخلوي

D

Data undersampling	انخفاض عينات (تمثيل) البيانات
Deacetylase activity	نزع مجموعة أسيتايل
Defector mutants	المتحورات المارقة
Dendritic	مُتَغَصِّن
Developmental biology	علم الأحياء التطوري
Diffraction gratings	مكونات انكسار (حيود) الضوء
Digital Object Identifier	معرِّف الوثيقة الرقمية
Diploids	ثنائي العدد الكروموسومي
DNA decatenation	فصل سلاسل الحمض النووي المنسوخة
DNA-binding proteins	بروتينات مقيدة للحمض النووي
DNA-packaging proteins	البروتينات الضامة للحمض النووي

E

Electrospinning	الغَزْل الكهربائي
Embryological structure	البِنْيَة الجنينيّة
Endocytic	الْتِقامِيّ
Endonucleolytic cleavage	الانقسام الداخلي للحمض النووي
Endosome	جُسَيمٌ داخِلِيّ بالخليّة
Epidermolysis bullosa dystrophica	مرض تحلُّل البشرة
Epigenetics	الوراثة اللاجينية (الفوقية/السطحية)
Epigenomic	الوراثيات اللاجينومية
Epitopes	الجزء الخارجي من تركيب المُستضد
Eudicot	نبات ثنائي الفلقة
Eugenics	التحسين الجيني للنسل
Eusociality	درجة التراتب الاجتماعي العليا
Evolutionary conservation	الحفظ التطوري

F

Far infrared	الأشعة تحت الحمراء، طويلة الموجات
Fauna	مجموع حيوانات منطقةٍ أو حقبةٍ ما
Fermions	الفيرميونات: جسيمات ذَرِّيَّة ضئيلة، أخذت اسمها من اسم أحد مكتشفيها (إنريكو فيرمي).
Fibroblast growth factor	عوامل النُّمو اللِّيفيَّة
Filopodia	أقدام خيطية
Fish larvae	يرقات السَّمَك
Flash vaporization	البَخْر الجزئي
Follow-on capital	رأس مال المتابعة
Frontotemporal	جَبْهِيّ صدْغِيّ

G

GAP	البرنامج العالمي لمكافحة الإيدز
Gene pool	المجموع الجيني
Gene silencing	إسكات الجينات
Genetic Circuit	مجموعة جينية تفاعلية
Geneticism	الهيمنة الجينية
Genital Ridge	الطَّيَّةُ التَّناسُلِيَّة (في الأجنة)
Geological faults	الصدوع الجيولوجية
Geomagnetism	المغناطيسية الأرضية
Glial precursor cells	خلايا جذعية دبقية
Glucocorticoids	القِشْرانِيات السُكَّرِيّة
Group selection	انتقاء زُمـري (جماعي)
Growth plate (Epiphyseal plate)	غُضْروفُ النموّ

H

Hair follicle	جُرَيبُ الشَّعْرَة
Hedgehog (Hh) cell signalling	التأشير الخلوى القنفذي

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

Herbarium	المعشبة (مكان تخزين الأعشاب المجففة بطريقة نظامية).
High Vocal Center (HVC)	مركز الصوت الأعلى (بالدماغ)
High-resolution X-ray computed tomography	تصوير مقطعي مُحَوْسَب بالأشعة السينية عالي الوضوح
Holoenzyme	عَميمُ الإنْزيم (الصورة النشطة للإنزيم المكونة من الصميم والتتميم)
Homo erectus	الإنسان منتصب القامة
Homodimer	مَثْنَوِيّ (دَيْمَر)، مُتَماثِل، (مركب ينتج عن ارتباط جزيئتين متشابهتين)
Human papillomavirus HPV	فيروس الورم الحليمي البشري
Hyperlipidaemia	فرط شحوم الدم

I

Immunofluorescence	التَّألُّقُ المَناعِيّ، الفلورة المناعية، الومضان المناعي
Immunomodulatory cytokine proteins	بروتينات سيتوكين المناعيّة
Immunoscore	سِجِلّ المناعة
Incidentaloma	ورم المصادفة
Incidentalome	جينوم المصادفة
Inclusion body	جِسْمٌ اشْتِماليّ
Inducible T-cell co-stimulator	بروتين يُوجَد مع الخلايا التائيّة المنشِّطة، يتم الترميز له بواسطة جين ICOS في البشر
Infanticide	وَأْدُ المواليد
Inhibitory interneuron	عَصبون مُتَوَسِّط مُثَبِّط
Innervate	تغذية عصبية
Insulating state	الحالة العازِلَة
Integrome	إنتجروم خريطة تكامل المنظومات
Interactome	إنتراكتوم
Intestinal crypt	التجويف المعوي
Intron	الإنْتْرُون = الدخلون
Invasive species	الأنواع الغازِيَة
Isotopic labeling	مُعَلَّمٌ بالنظائر المُشِعَّة

K

Keratinocytes	خلية كيراتين (خلية مالبيغي)
Knockout mice	فئران معدَّلة جينيًّا (بتعطيل أجزاء من الحمض النووي)

L

Ladybirds	خنافس صغيرة مُرَقَّطَة
Lagging strand	الخيط المُتأخِّر (المتلكِّئ)
Laminopathies	هي مجموعة من الاضطرابات الجينية النادرة التي تسببها طفرات في جينات ترميز البروتين في الصفيحة النووية.
Lamins	صفائح نووية، وهي خيوط وسيطة من البروتينات الليفية تساعد على تنظيم النسخ في النواة
Large Hadron Collider	مصادم الهادرونات الكبير
Leading strand	الخيط المُوَجِّه
Lenticular arrays	مصفوفات مزدوجة التَّحَدُّب
Ligand	جزيء ملتحِم
Light sheet microscopy	مجهر الصفحة الضوئيّة
Lobed fins	زَعَانِف فَصِّيَّة
Lymphoid primed progenitors	خلايا ليمفاوية طَلِيعِيّة
Lymphangio-leiomyomatosis	الورام العضلي الرئوي في الأوعية اللمفاوية والدموية

M

Macropinocytosis	اِمْتِصَاص خَلَوِيّ ماكروي
Marker-assisted breeding	الانتقاء باستخدام المحدّدات الوراثية
Maturity onset diabetes	السُّكَّرِيُّ البادِئُ عِنْدَ النُّضْج، في البالِغين (السُّكَّرِيُّ غير المُعْتَمِد على الإنْسُولين)
Medial prefrontal cortex	قشرة الفص الجبهي الأمامي الوسطى بالدِّماغ
Mediodorsal thalamus	المِهَاد الظهري الوسطي
Medulloblastoma	وَرَمٌ أَرومِيٌّ نُخاعِيّ (في المُخَيخ)
Metabolic derangement	اضطرابات أيضية (استقلابية)
Metabolic syndrome/ Insulin resistance	متلازمة الفشل الأيضي
Metabolome	ميتابولوم خريطة الأيضيات (المستقلبات)
Metallicity	مؤشِّر التَّعَدُّن
Metalloenzymes	إنْزيمٌ معدني (فِلِزِّيّ)
Microfluidic device	جهاز مَوَائِع دقيق
Microlenses	عدسات دقيقة
Microplastic	بلاستيك مجهري
Microreactor	المفاعِل الصغير
Minoans	المينويون (شعب عاش في جزيرة كريت اليونانية في القرن 27 إلى القرن 15 قبل الميلاد)
Mitosis	اِنقِسام فَتِيلِيّ أو خَيطِيّ أو غَيرُ مُباشِر
Molecular pathways	مسارات جزيئية
Monomer	أحادي

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

Multichambered drug capsule	كبسولة مقسَّمة إلى عدة أدوية
Multiple-collector inductively coupled plasma mass spectrometry	مِطْياف البلازما المؤيّنة الكُتَلي
Museomics	جينومات المتاحف
Mushroom bodies (corpora pedunculata)	أجسام المشروم / كتل عصبية ببعض مفصليات الأرجل
Myristoylated	إضافة مجموعة مريستل نسبة إلى حمض المريستك

N

Nanobots	الجسيمات الآليّة الدقيقة
Nanospheres	كُرَات نانويّة
Narcissome	«نرجسوم» المنظومة (الخريطة) الوراثية النرجسية
Narcolepsy	مرض النوم "التغفيق"
Needleleaf	أوراق إبريّة
Neoblast	بَديثُ التَنَسُّج
Net sink	بالوعة صرف انبعاثات الاحترار
Neuroepithelium	الظِّهارَةُ العَصَبِيَّة
Neurogenesis	تَخلُّقُ النَّسيجِ العَصَبِيّ
Neuroimaging	التصوير العصبي
Neuronal function	وظيفة عصبونية
Neuropsychology	علم النفس العصبي
Neutron stars	النجوم النيوترونية (وتسمى أيضًا بالثواقب)
Nightshade	نبات ظِلّ الليل
Notch	الثُّلْمَةُ
Nuclear magnetic resonance (NMR)	الرنين النووي المغناطيسي
Nucleobase	قاعدة نيتروجينية

O

Oligomerization	تجمع لعدد قليل من الوحدات
Optical Amplification	التكبير الضوئي
Optical telescope	تليسكوب بصري
Origin recognition complex (ORC)	مُركَّب التَّعرُّف على الأصل
Oscillating electronic spin state	حالة دوران إلكتروني متذبذِب
Outer root sheath ORS	غمد الجذر الخارجي

P

Painted lady butterflies	فراشات السيدة الجميلة
Palaeomagnetism	علم مجال الأرض المغناطيسي القديم
Palmitoyl	إضافة مجموعة بالميتويل نسبة إلى حمض الباليميتيك
Passive polarization	الاستقطاب السلبي
Pathogen	مِمْراض
Pathogenic potential	إمكانية إمراضيّة
Pectoralis major	العَضَلَةُ الصَّدْرِيَّةُ الكُبْرَى
Pegylated interferon	إنترفيرون ممتد المفعول
Pelagic cormorant	طائر الغاق البحري
Penis worms	الديدان القضيبية
PEPFAR	خطّة الرئيس الأمريكي الطارئة للإغاثة من الإيدز
Perinatal biology	بيولوجيا الفترة المحيطة بالولادة
Pharmaco-epidemiology	علم دراسة التأثير الدوائي على مستوى الجموع
Pharmacovigilance	مراقبة الأمان الدوائي
Photoreceptor	مُسْتَقْبِل ضَوئِيّ
Pixelating	حَجْب تفاصيل الصورة
Planarians	مُسْتَورِقَات (ديدان مُسَطَّحَة)
Point mutation	طَفْرَةٌ موضعيّة
Polyadenylation	تَذْييلٌ بعَدِيدِ الأدينيلات
Polychlorinated biphenyls	مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور
Polymetallic nodules	عُقَد غنيّة بالمعادن
Polymorphism	تعدد الأشكال
Potato late blight	اللفحة المتأخرة في البطاطس
Prairie voles	فئران الحقول
Precursor cells	خلايا طَلِيعِيّة
Prefrontal cortex	قشرة الفَصّ الجَبْهِي
Premotor area	المنطقة الأمام حركية
Prions	بريونات (عامِل مُمْرِض)
Priority Pollutant	ملوثات ذات أولويّة
Probiotic	معزز حيوي (للبكتيريا)
Programmable image processing	عملية معالجة الصور بطريقة قابلة للبرمجة
Promoter	مُحَفِّز ـ حَاثّ
Prospective studies	دراسات استطلاعية
Proteasomes	البروتيزومات -هي معقدات بروتينية كبيرة تتواجد في حقيقيات النوى، وأيضاً في بعض أنواع الجراثيم.
Proteome	بروتيوم/ البروتين الوراثي
Pseudo quantification	تحديد كمي زائف
Pulsar	جسم نجميّ نابض

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

Q

Quantum information	المعلومات الكَمِّيَّة
Quantum-mechanical state	حالة كَمّ ميكانيكية
Quasi molecular	شبه الجزيئية
Quasiatoms	أشباه الذرات
Quasibiennial oscillation	التذبذب شبه ثنائي الحول

R

Ras subfamily	عائلة من الجينات المشتقة من أول جين مكتشف يسبب الورم اللحمي للفأر.
Ray-finned fishes	الأسماك شُعَاعِيَّة الزَّعانِف
Regulatory gene sequence	متتابعة الجين التنظيمية
Relativistic quantum mechanics	ميكانيا الكم النسبية
Renewables	موارد الطاقة المتجدِّدة
Ribcage	القفص الصدري
River blindness (Onchocerciasis)	العمى النهري أو داء كلابية الذنب
RNA-induced silencing complex (RISC)	مركب الإسكات
RNA exonuclease enzymes	الإنزيمات المحفِّزة للانفلاق الطرفي للحمض النووي الريبوزي
RNAi	جزيء الحمض النووي الريبي المتداخل
Rotifers	الدَوَّارَات (حَيَوانَاتٌ مِجْهَرِيَّةٌ مائِيَّة)
RUTF (Ready-to-use-therapeutic food)	غذاء علاجي جاهز للاستخدام

S

Scatter plot	مخطَّط التَّشَتُّت
Sea squirts (tunicates)	بخاخة البحر
Self-attacking white blood cells	خلايا الدم البيضاء ذاتية المهاجمة
Self-retaining	ذاتيُّ التَّثْبيت (خلايا)
Sessile	لاصِق ـ لا عُنُقِي: (متصل بالقاعدة مباشرةً في النبات) ـ لاطِئ
Signal transduction	عمليات نقل الإشارة
Signalling cascades	التتابعات الإشارِيّة
Silicene	السيليسين: رقائق سيليكون تشبه الجرافين بسمك ذرة واحدة
Single-molecule dynamics	ديناميكيات الجزيء الواحد
Skinks	أحد أنواع السَّحَالي
Soft polymers	البوليمرات اللَّيِّنة
Somatotopic	جَسَدِيُّ التَّموضع
Spatial resolution	الاستبانة الحَيِّزِيّة
Spin properties	خصائص العزم المغزلي
Stemness	تَجَذُّع
Subsecond	دون-الثانية
Superconducting materials	مواد فائقة التوصيل
Superconducting field	مجال فائق التوصيل
Superfluid state	الحالة فائقة السّيولة
Superfluidity	فَرْط السيولة
Superstring Theory	نظرية الأوتار الفائقة
Sweet wormwood	الشيح الحلو
Synthetic biology	البيولوجيا التخليقيّة
Systematic review	مراجعة منهجية
Systemic infection	عدوى التهابات أجهزة

T

Tetrahymena	رُباعِيَّة الغِشاء (جنس من الأوَّلِيَّات المُهَدَّبة)
Tetrapods	رباعيّات الأَرْجُل
Thermophile	مُحِبّ للحرارة
Tissue profiling	تنميط الأنسجة
TNM staging	نظام التصنيف المرحلي للإصابة بمرض السرطان
Toxome	توكسوم
Transcription	انْتِساخ، نَسْخٌ
Transcription activator-like effector nucleases (TALENs)	إنزيمات قَطْع صناعية (طالينات)
Transcriptome	ترانسكربتوم /خريطة منظومة التفاعلات الوراثية
Transgenic	محوَّر جينيًّا
Transposable elements	متتابعات الحمض النووي المتنقلة
Transposon	عامل وراثي متنقل
Tuberous sclerosis complex	التصلُّب الدرني المُعَقَّد

U

Ubiquitylation	عملية إضافة اليوبيكويتين (بروتين منظم)

V

Vibriocholerae	بكتيريا الضَّمَّةُ الكُوليريَّة
Variant	عامل مُتَغَايِر

W

Wolf number	رقم "وولف" للبقع الشمسية، أو مُعامل وولف

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

زهور الهاون

فن التذكُّر

جيسيكا ماي لين

أحيانًا ما نسمع في الصباح صياح النورس، بعد أن تكون قذائف الهاون قد دَكّت المكان طوال الليل، وأراقت الدماء على جدران الممر الضيق، ومنها إلى الأسفلت الذي أحرقته حرارة الشمس.

قام بائع الأزهار الإسمنتية بِغَلْي برطمانات من الراتنج الملون في المطبخ المتهالك بشقته الواقعة في الدور الثالث، التي تطل على السفن الحربية الراسية في الميناء. أطبقَ على السيجار بأسنانه، بينما غرف الراتنج الساخن من البرطمان، وتركه ينسكب مرة أخرى، وكان ينظر بين الحين والآخر فوق كتفه على السرير المرتب بغطائه المطرَّز باللونين الأزرق، والوردي.

كان قد استيقظ في منتصف الليل على صوت طلقات الرصاص في الزقاق. عملية إعدام أخرى.. ففي أوقات كهذه، يرقد وحيدًا في الظلام والصرخات تقض مضجعه، كان يفتقدها أكثر من أي وقت مضى.

وإذ لَمْلَمَ سترته الجلدية بُنّيّة اللون حول كتفيه، وضع برطمانًا تحت ذراعه، وأغلق الباب.

كان الممر الضيق يعج بوجوه ممتقعة شاحبة.. أعين جاحظة تحدّق ـ وقد فارقتها الحياة ـ في عبوات غاز الخردل التي يلقي بها العدو، وهي تتدحرج في الظلام. تناثرت قطع إسمنتية بفعل ضربات الهاون التي خلّفت ندبات بشعة لطخت الأرصفة، كما الكدمات على جسم الإنسان.

فتح بائع الأزهار الإسمنتية برطمانًا من الراتنج الأصفر الساخن؛ فخرجت أبخرة برائحة العسل من البرطمان الزجاجي. وشرع في صب محتوياته ببطء على الحدود الخارجية للندبات التي أحدثتها قذائف الهاون.

زهرة الألفيّة *Achillea millefolium*. هي زهرة عشبة الدم التي استُخدمت في فترة من الفترات في ميدان المعركة لتضميد جراح الجنود المصابين.

أخيرًا انطفأت النيران التي اشتعلت في حي الجوكو، وأتت على البنايات السكنية في طريقها.

وقف بائع الأزهار الإسمنتية تحت جزء متدلٍّ من ماخور متهدّم، حاملاً برطماناته. حدّقت العاهرات فيه بأعين كلها اتهام ولوم من حيث ربضن في الأطلال مشرّدات، وأربطة جواربهن ممزقة، وأظافرهن طويلة.

أما أطفال الشوارع، فتواروا من الأمطار، وفي أحضانهم قضبان شعاعية لثريّا مكسورة، استخرجوها من النهر بعد الفيضان الذي ضرب الحي ليلة أمس.

هنالك التقى بها لأول مرة، إذ كان يبيع الأزهار من عربته ـ التي أكلها الصدأ ـ إلى العمال؛ ليهدوها عشيقاتهم. كانت الظروف مختلفة آنذاك. كان العشاق يمشون مرفوعي الرؤوس، ولم يكن الأطفال يتشاجرون بالعصي. ولم يكن هناك وجود لرائحة الرماد، التي تسللت إلى المدينة كما الكتل الرقيقة من الثلج.

دخل الشارع المتفحم من أثر الحرائق، وعلى وجهه أثر الأمطار والدموع، وجثا على ركبتيه. وملأ الفجوات الإسمنتية بالراتنج الأزرق. التفت الوشاحات المتسخة لأطفال الشوارع حول قذائف الهاون منتهية الصلاحية، التي دهنوها على شكل دُمَى.



JACEY

زهرة أذن الفأر *Myosotis scorpioides*. هي زهرة «لا تَنْسَنِي» الحقيقية من قبل الأطفال الذين سرقت الحرب براءتهم بقسوة، وتركتهم يرتجفون في البرد، ويطويهم النسيان.

جرت العادة أن يمشي إلى جوارها في الحدائق المعلَّقة، التي صارت الآن متدلِّيَة وذابلة، وطغى عليها اللون البني من أثر غاز الخردل. وما زالت كسرات الكعك المُحَلَّى متناثرة على طرق المشاة الرخاميّة، حيث اعتاد العشاق من الشباب التهادي تحت أشعة الشمس، يتناولون (الآيس كريم).

كان قد قرأ قصة في الصحيفة في الأسبوع المنصرم عن صبي وفتاة، حاولا الهرب عبر الجسر الطويل الذي يفضي من الحدائق إلى خارج حدود المدينة، لكن القنّاصة عثروا عليهما قبل أن يذوقا حلاوة الحرية. وما زال جثمانهما يتعانقان في الرمال، حيث لم يتجشم أحد عناء استردادهما ودفنهما.

NATURE.COM
تابع المستقبليات:
@NatureFutures
go.nature.com/mtoodm

تساءل بائع الأزهار الإسمنتية ـ وهو واقف في الظلال الباهتة لشجرة لبلاب متدلِّيَة ـ عما كان يمكن أن يحدث لو أمسك بيدها، وفَرَّ. ماذا لو كانا معًا الآن في هذه الحياة، أو في الحياة الأخرى.

تنهّد بعمق.

فطائر التفاح.. وصباحات أيام السبت الدافئة، ومذاق القهوة التي تُحْتَسَى على مهل.. ومراقبة سباق القوارب الشراعية في الميناء.. كل هذه الأشياء سُلبت منه، وانسلّت من بين يديه.

في نهاية المطاف، وضع برطمان الراتنج الأبيض على الأرض، وطفق يملأ به الخرسانة المحطمة هنا وهناك.

البَرْوَق الصيفي *Asphodelus aestivus*. زهرة العالم السفلي. يقولون إنه في المرج الساكن ـ وهو المكان الذي يلتئم فيه شمل كل الأحبة والعشاق ـ تنمو هذه الزهرة في الحقول البديعة، وتنثني ببطء، دون أن يمسّها النسيم. هناك سيلتقي بها.

عندما عاد إلى شقته، جلس بائع الزهور الإسمنتية على حافة السرير، ورفع غطاء السرير بيديه المصابتين بالبثور، واستنشق عطر (اللافندر) الدافئ الذي كانت تتعطر به.

تحركت عقارب الساعة المعلقة أعلى المغسلة، وصولاً إلى تمام الساعة.

نظر إلى الباب.

جاءوا في الوقت الذي عرف أنهم سيصلون فيه.

جاء الرجال ذوو القفازات بوجوههم الشاحبة، يحملون البنادق، وطلبوا منه أن يخرج إلى الشارع.

تبعهم في صمت.. وخطرت على باله الأزهار البيضاء التي تنمو في حقل طيب الرائحة، وإذا بهم قد أخرجوا سكينًا، ونحروا عنقه، وتركوه مُلْقًى على الرصيف، مضرجًا في دمائه.

كانت دقات قلبه آخر ما تناهى إلى مسامعه، والشمس الدافئة التي تمسّ بشرته هي آخر ما شعر به، قبل أن يلفظ أنفاسه الأخيرة في نسيم الليل ذي الرائحة العفنة.

ترقرق دمه بلونه الأحمر القاني في الندبة الإسمنتية، حيث سقطت قذيفة هاون صباح ذلك اليوم.

بروتيا خرشوفية *Protea cynaroides*. هي البروتيا الملكية، وهي أقدم زهرة في العالم. إنها زهرة ذات قوة وشجاعة، تناسب رجلاً كَرَّس نفسه لتحويل المعاناة إلى فن، وغرس الجمال حيثما حلَّ القبح، حتى لو لم يره أحدٌ قط. ■

جيسيكا ماي لين طالبة بجامعة كاليفورنيا، بمدينة بيركلي. ومن المرتقب أن تنشر أعمالها في المستقبل بمجلة «*Daily Science Fiction*». وموقعها الإلكتروني على شبكة الإنترنت هو: jessicamaylin.com.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية